



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

### **ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Efecto de los nutrientes en la eficacia de *Azolla filiculoides* para la  
degradación de materia orgánica de efluentes porcinos”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR:**

AZNARÁN CAMPOS, NELSON BRAHYAN

**ASESOR:**

Dr. QUEZADA ALVAREZ, ALBERTO MEDARDO

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

**TRUJILLO - PERÚ**

**2018**

## **JURADO EVALUADOR**

---

Dr. José Cruz Monzón  
**PRESIDENTE**

---

Dr. Alberto Quezada Álvarez  
**SECRETARIO**

---

Mg. Walter Moreno Eustaquio  
**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios por los triunfos y momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más en todos los momentos a lo largo del camino.

A mis padres Nelson y María por haberme dado la vida, guiarme, apoyarme y darme el aliento, ya que por su sacrificio, esfuerzo y consejos en mi trayecto estudiantil he logrado obtener mi meta anhelada.

A mis hermanos Juan José y Grecia porque han sido mi fortaleza para salir adelante y siempre están a mi lado compartiendo cada momento y formando una gran parte esencial de mi vida.

Nelson Brahyán Azarán Campos

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad, gracias a mis padres ya que, fueron ellos quienes me han apoyado desde el inicio, aquellas personas que me dieron la oportunidad de ser alguien en la vida e ir mejorando poco a poco, estas son las personas más importantes de mi vida.

Agradezco a mi asesor el Dr. Quezada Álvarez Alberto Medardo, una persona que me guio desde un inicio y me dio la oportunidad de concluir satisfactoriamente mi tesis. Agradezco también a mis profesores Dr. Cruz Monzón José que me impulso a poder mejorar día a día en la tesis.

A la Universidad César Vallejo, por inculcarme enseñanzas no solamente teóricas relacionadas a mi carrera, sino también enseñanzas que me ayudaron a ser una mejor persona|

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Nelson Brahyán Azarán Campos con DNI N° 72468764, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña La presente tesis es verás y auténtica

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información son auténtico y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Trujillo, 2018

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado.

En cumplimiento a las normas establecidas en la Universidad Cesar Vallejo para obtener el Título profesional de Ingeniero Ambiental, pongo a su disposición la tesis titulada **Efecto de los nutrientes en la eficacia de *Azolla filiculoides* para la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos**, la misma que someto a su consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, la presente contiene lo siguiente.

## ÍNDICE

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Trabajos previos	13
1.3. Teorías relacionadas al tema	15
1.3.1. Marco teórico	15
1.4. Formulación del problema	22
1.5. Hipótesis	22
1.6. Justificación del estudio	22
1.7. Objetivos	23
1.7.1. Objetivo general	23
1.7.2. Objetivos específicos	23
II. MÉTODO	23
2.1. Diseño de investigación	23
2.2. Variables, operacionalización	25
2.3. Población y muestra	27
2.5. Métodos de análisis de datos	28
2.6. Aspectos éticos	31
III. RESULTADOS	33
IV. DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES	41
VI. RECOMENDACIONES	42
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

**INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Relación entre parámetros DBO <sub>5</sub> y DQO	21
<b>Tabla 2.</b> Matriz de toma de datos factorial	24
<b>Tabla 3.</b> Operacionalización de variables	26
<b>Tabla 4.</b> Calibración y verificación del instrumento	28
<b>Tabla 5.</b> Concentraciones del macronutriente	31
<b>Tabla 6.</b> Concentraciones del micronutriente	31
<b>Tabla 7.</b> Concentraciones de nutriente compuesto	31
<b>Tabla 8.</b> Caracterización del efluente porcino	33
<b>Tabla 9.</b> Valores de degradación de DBO <sub>5</sub> y DQO con <i>A. filiculoides</i> .	33
<b>Tabla 10.</b> Valores de DBO <sub>5</sub> y DQO con concentración de macronutrientes.	34
<b>Tabla 11.</b> Valores de DBO <sub>5</sub> y DQO con concentración de micronutriente.	35
<b>Tabla 12.</b> Valores de DBO <sub>5</sub> y DQO con concentración de nutriente compuesto.	50
<b>Tabla 13.</b> Crecimiento de <i>A. filiculoides</i> en el efluente porcino.	51
<b>Tabla 14.</b> Eficiencia de degradación de material orgánica (DBO <sub>5</sub> y DQO)	36
<b>Tabla 15.</b> Datos obtenidos del macronutriente	48
<b>Tabla 16.</b> Datos obtenidos del micronutriente	48
<b>Tabla 17.</b> Datos obtenidos del nutriente compuesto	49
<b>Tabla 18.</b> Prueba de homogeneidad de Levene de varianzas de error.	53
<b>Tabla 19.</b> Prueba de POST HOC - Niveles de nutrientes.	54
<b>Tabla 20.</b> Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de la DBO <sub>5</sub> .	54
<b>Tabla 21.</b> Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de la DQO	55
<b>Tabla 22.</b> Prueba de POST HOC - Dosis de nutrientes.	56
<b>Tabla 23.</b> Eficiencia de las dosis de nutrientes en la reducción de la DBO <sub>5</sub> .	56



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Diseño de recipiente para la asepsia de <i>A. filiculoides</i>	29
<b>Figura 2.</b> Eficacia de los macronutrientes en <i>A. filiculoides</i> para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos.	34
<b>Figura 3.</b> Eficacia de los micronutrientes en <i>A. filiculoides</i> para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos	35
<b>Figura 4.</b> Eficacia de nutriente compuesto en <i>A. filiculoides</i> para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos	36
<b>Figura 5.</b> Eficiencia de nutrientes y dosis en degradación de $\text{DBO}_5$ .	57
<b>Figura 6.</b> Eficiencia de nutrientes y dosis en degradación de DQO.	58

## RESUMEN

La presente investigación evaluó el efluente generado en las granjas porcinas las cuales vienen siendo descargadas a la acequia ocasiona una alta contaminación de materia orgánica en la ciudad de Trujillo y en donde se vio la eficiencia del helecho con el tipo y dosis de nutriente en el tiempo de contacto con el efluente porcino, evaluando así el mayor porcentaje de eficiencia aplicando un diseño experimental donde se midieron los valores de degradación de materia orgánica a base de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) y Demanda Química de Oxígeno (DQO).

Para los tratamientos de la investigación, se trabajó a diferentes tiempos de permanencia del efluente con el helecho (10, 20 y 30 días); con concentraciones altas, optimas y bajas. En donde *Azolla filiculoides* presento un crecimiento de su biomasa en presencia de macronutrientes.

A pesar de tener una disminución en las concentraciones de materia orgánica evaluadas en los parámetros de la DBO<sub>5</sub> y DQO se alcanzó los valores más eficientes de DBO<sub>5</sub> inicial y final de 2517.50 mgO<sub>2</sub>/L - 233.09 mgO<sub>2</sub>/L y en cuanto a los valores de DQO inicial y final al 4430.80 mg/L - 442.87 mg/L con una dosis optima resultados que muestran una disminución de los niveles de DQO y DBO<sub>5</sub> debido a que se encuentran dentro de los LMP.

**Palabras claves:** biomasa, planta acuática, DBO<sub>5</sub> y DQO

## ABSTRACT

Present it investigation evaluated the effluent generated in the piggeries which come being discharged to the irrigation ditch cause a loud contamination of organic matter at Trujillo's city and where you saw the efficiency of the fern with the type and dose of nutrient in the time of contact with the porcine effluent, evaluating the bigger percentage of efficiency applying an experimental design where they measured the moral values of degradation of organic matter on the basis of Biological Oxígeno's request that way (  $DBO_5$  ) and You Demand Oxígeno's Chemistry (  $DQO$  ).

For the treatments of investigation, it was worked up to different times of permanence of the effluent with the fern ( 10, 20 and 30 days ); With loud, optimal concentrations and you step down . In where *Azolla filiculoides* I present a growth of his biomass in the presence of macronutrientes.

In spite of having a decrease in the concentrations of organic matter evaluated in the parameters of the  $DBO_5$  and  $DQO$  caught up with him the most efficient moral values of initial  $DBO_5$  and ending of 2517,50 mgO<sub>2</sub> L 442,87 mg L with an optimal dose proven to be that they show a decrease of  $DQO$ 's levels and  $DBO_5$  because they meet within the LMP - 233,09 mgO<sub>2</sub> L and as to initial  $DQO$ 's moral values and ending to the 4430,80 mg L -.

**Keywords:** biomass, aquatic plant,  $BOD_5$  and  $DQO$

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Realidad problemática**

La necesidad intrínseca del cuidado del medio ambiente y la presión social que esta genera día a día viene siendo uno de las más críticas. En el tema de contaminación y calidad de agua generadas por gran parte de la población como la agricultura y diversas actividades industriales que han venido incrementándose hasta el punto de causar perjuicios socio-ambientales. “La crianza porcina es una actividad que viene incrementándose en estos últimos años dentro de la economía local, debido al crecimiento de granjas ya sea en tamaño y cantidad, sean de carácter formal o informal”.(MINAGRI,2016)

De esta manera el aumento de la de crianza de cerdos se viene concentrando con mayor fuerza en los pueblos jóvenes, barrios populares que se encuentran ubicados en zonas marginales y con falta de servicios urbanos (saneamiento), que viene siendo desarrollada por los mismos pobladores de dichas zonas y sus familias; debido a la gran demanda de esta carne. La crianza de cerdos puede llegar a provocar impactos muy severos en el ambiente debido a la acumulación de desechos sólidos y la contaminación de sus aguas residuales sin tratamiento en cuerpos de agua o sistemas de alcantarillado; las cuales traen consigo problemas socio - ambientales debido a generación de malos olores; esto surge debido a que no se efectúa una correcta disposición final de los subproductos generados.

En la actualidad no existe un tratamiento pre existente para este tipo de efluente en la ciudad de Trujillo, sin un tratamiento adecuado resulta una fuente de contaminación y deterioro del medio ambiente. Debido a que en los últimos años el algunos sectores del centro poblado el Milagro presentan un alza en la crianza de cerdos; estas granjas informales en su mayoría llegan a generar grandes cantidades de excreciones (heces, orina) debido a su tamaño de las mismas, las cuales son vertidos a la acequia más cercana o a las instalaciones de saneamiento sin realizar ningún tipo de tratamiento específico. Estos efluentes residuales procedentes de los criaderos porcinos presentan grandes cargas orgánicas que al final llegan a producir un deterioro del recurso agua, suelo y aire, además de la propagación de vectores y generación de malos olores. Siendo así uno de las principales causantes de la contaminación provocada por el hombre en vertidos domésticos generando una menor calidad de vida.

Asimismo estos efluentes residuales son generados principalmente en el proceso de lavado de los corrales en los criaderos de cerdos que en su mayoría están contaminados por excretas; dichas excretas necesitan un previo tratamiento para poder ser vertidos al sistema de alcantarillado por lo cual es de carácter necesario tener un conocimiento apropiado sobre el manejo de residuos orgánicos en el desarrollo sustentable en esta industria.

## **1.2. Trabajos previos**

Según Garzón y Buelna (2013), en su artículo de investigación sobre **“Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México”**, tuvo por objetivo, presentar un estudio sobre la variaciones en la composición de las aguas residuales porcinas en México y la eficiencia de los diferentes procesos de tratamientos; obteniendo que la mayor eficacia de los sistemas instalados en las 14 granjas porcinas, mediante 5 diferentes tratamientos donde resultó que la eficiencia del tratamiento dalys (digestor anaerobio de líquidos y sólidos) tuvo la mayor remoción entre 81.7 y 97.5 % de la DQO; entre 94.4 y 99.3 % de la DBO<sub>5</sub> y entre 76.0 y 99.6 % de SST.

Así también Rodríguez et al. (2010), en su estudio de **“Comparación del tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando lentejas y buchón de agua en humedales artificiales”** tuvo como objetivo evaluar los rendimientos de estos sistemas con dos tipos de plantas como el buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y la lenteja de agua (*Lemna minor*) como su tratamiento; donde su conclusión fue que la remoción de materia orgánica (DBO<sub>5</sub>) está entre 70 y 86% al utilizar el buchón de agua, y de 58% cuando se utiliza lenteja de agua.

De igual manera en su estudio Ciprián et al. (2005), en el trabajo de **“Reducción de la emisión de olores generados por efluentes residuales de industrias del sector lácteo mediante la aplicación de sistemas de fitodegradación flotantes”** tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de las tecnologías de fitodegradación aplicadas en la reducción de los olores emitidos por la descomposición de materia orgánica en aguas residuales en donde se usó especies helófitas, evaluando la eficiencia de las estas especies seleccionadas en la reducción de olores, donde se obtuvo los resultados de la DQO y DBO<sub>5</sub> con la presencia de

*P. australis* que redujo un 94% respecto al valor inicial de 2300 mgO<sub>2</sub>/L a 600 mgO<sub>2</sub>/L) la DBO<sub>5</sub>, en el caso de la DQO la reducción en presencia de *P. australis* es del 93% (de 3077 mgO<sub>2</sub>/L a 202 mgO<sub>2</sub>/L). En el caso de *S. holoschoenus*, no se observa un efecto claro de la presencia de la vegetación en la evolución de estos parámetros.

También García (2012), en su tesis “**Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales domésticas**”, se tuvo como objetivo determinar la eficacia de remoción de los nutrientes presentes en Aguas Residuales Domésticas; mediante los diferentes cultivos de plantas acuáticas *Lemna Minor* (Lenteja de agua), *Eichhornia Crassipes* (Jacinto de agua) y *Azolla filiculoides* (Helecho de agua) en un sistema aplicando una de Planta Piloto donde se obtuvo que *Eichhornia crassipes* tuvo una remoción de nutrientes entre los 52% al 86% en un periodo de 5 días a 20% como medio de cultivo; mientras que el DBO<sub>5</sub> fue del 96.7% y la capacidad de remoción de nutrientes fluctuó de un 50% a un 100%, con en un periodo de 5 días a 20% como medio de cultivo, utilizando *Lemna Minor*; y a *Azolla Filiculoides* removió hasta un 80% de fósforo en diferentes concentraciones de agua residual en el medio de cultivo (20%, 40% y 60%).

De modo similar Salas y Condorhuaman (2008), en la tesis sobre “**Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado**” donde la generación de vertidos de aguas residuales tiene una carga orgánica (DBO<sub>5</sub>) y de nutrientes media-alta (sangre) con un contenido importante de sólidos en suspensión (rumen), grasas y aceites, así como vertidos líquidos de los diferentes procesos de las instalaciones donde se obtuvo que los efluentes generados en el matadero mediante un tratamiento de flotación con aire disuelto redujo la DBO<sub>5</sub> en 80%, DQO en 75% y grasas y aceites en 95%.

Por último Becerra et al. (2014), en artículo sobre “**Nivel de contaminación en los efluentes provenientes de camales de la región La Libertad**”, donde se tomó varias muestras puntuales de aguas residuales en 6 camales de Trujillo y se realizó una caracterización físico-química y microbiológica de cada uno de estos efluentes, donde se consideró los parámetros básicos de calidad del agua, como son: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda

Bioquímica de Oxígeno (DBO), pH, Sólidos Disueltos Totales (TDS), Grasas y Aceites (G y A), Nitrógeno Total (N), Fósforo Total (P) y Coliformes Fecales (Coli fecal) donde se llegó a la conclusión que los valores de la demanda química promedio de oxígeno de las 6 plantas, sobrepasan los valores permisibles (1000ppm según DS 021-2009 VIVIENDA y 500ppm según DS 2009 PRODUCE).

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Marco teórico**

##### **1.3.1.1. Efluente porcino**

El efluente porcino es una mezcla compuesta por evacuaciones líquidas y sólidas con restos de agua de los bebederos, agua de lavado de los corrales y sobras de comida (Hidalgo et al, 2001).

Las heces en los cerdos representan el 55 % mientras que la orina solo el 45 % del volumen total de excretas. Las excretas son ligeramente frescas y contienen sólidos que flotan, sedimentan y en suspensión (INIA - MINAGRI. 2005, p. 11).

##### **1.3.1.2. Procesos de crianza porcino**

Los procesos de crianza porcina se enfocan solo para la producción carne de cerdo para el consumo humano. Las etapas de las crías de cerdos comprenden las siguientes fases: ([www.boartaint.com/es/etapas-del-crecimiento-de-los-cerdos.aspx](http://www.boartaint.com/es/etapas-del-crecimiento-de-los-cerdos.aspx).)

- Reproducción y gestación.
- Paridera.
- Criadero de transición.
- Crecimiento o engorde.

##### **1.3.1.3. Crianza porcina en el Perú**

El Perú en el 2016, logró alcanzó los 15,8 mil toneladas de producción porcina, mostrando un incremento de 3,8%, con relación al año anterior, donde se produjo 15,3 mil toneladas, puesto que la demanda se da por un mayor consumo de embutidos y carnes preparadas, las regiones con mayores crecimientos en crianza porcina fueron: Lima (4%) y Arequipa (13%). (MINAGRI, 2016, p.10).

#### **1.3.1.4. Caracterización de efluentes porcinos**

El efluente porcino o también llamado purín posee características muy distintas, debido a los factores en su producción como son: el número de animales por cada corral y su estado fisiológico de cada animal, la cantidad y calidad de alimentos suministrados para los animales y la cantidad de agua consumida en el mismo proceso de la crianza.

El purín está conformado por grandes cantidades de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea, macronutrientes (N, P, K) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn). A si mismo tienen bacterias, virus y hongos (Belmonte et al, 2008 citado por Caballero, 2013, p.135-136).

#### **1.3.1.5. Impacto de la producción porcina**

Según GGELS, (2009, p.32) el impacto ambiental generado es a causa der la crianza porcina en la producción y gestión de estiércoles, donde las afectaciones ambientales podrían agruparse en:

- Contaminación del agua - eutrofización provocada por nitratos y/o fosfatos.
- Acidificación - volatilización de amoniac. Afecta negativamente a ecosistemas sensibles y genera pérdida de biodiversidad.
- Contaminación de suelos - acumulación de fósforo (P) y Zn utilizados en la alimentación.
- Emisión de malos olores.

#### **1.3.1.6. Bioremediación ambiental**

La biorremediación utiliza las habilidades de los organismos vivos para degradar y transformar los contaminantes, tienen un enorme potencial en la mitigación de la contaminación ambiental. (Garbisu et al, 2002, p.1)



#### **1.3.1.6.1. Tipos de bioremediación**

Se clasifican de la siguiente manera:

- Bioremediación enzimática.
- Bioremediación microbiana.
- Fitoremediación.

#### **1.3.1.7. Fitoremediación**

El uso de plantas con capacidad de reducir las concentraciones de diferentes compuestos a partir de procesos bioquímicos realizados por las plantas y microorganismos relacionados os a ellos. (Delgadillo et al, 2011, p.3 - 4).}

#### **1.3.1.8. Fitoremediación acuática**

Tratamiento donde los compuestos presentes en el agua son adsorbidos e incorporados dentro de la estructura de las plantas debido a su capacidad para remover y acumular diversos tipos de contaminantes, logrando eliminar la contaminación del agua de grandes volúmenes y favoreciendo a la restauración de la calidad de la misma .

Desde entonces, estos sistemas de Fitoremediación acuática se han logrado perfeccionar y diversificar, para que su aceptación y aplicación sean de carácter mayor. (Nuñez et al, 2004, p. 71 - 72)

#### **1.3.1.9. Plantas acuáticas**

Las plantas acuáticas llamadas también macrófitos acuáticos, este tipo de planta acuática es muy sensible a cambios en el medio donde vive (salinidad, pH, turbiedad, nutrientes, etc.) así que se les puede utilizar como bioindicadores de la calidad ambiental de los ecosistemas acuáticos. (García et al, 2012, p. 15 y 16).

#### **1.3.1.10. Clasificación de macrófitos**

Desde el punto funcional, se clasifican en diversas categorías como: medio en el que vive y a su biología: (Cirujano et al, 2012, p. 2)

- a) Según el medio en el que vive.-

- Hidrófitos.- La manzanilla de agua (*Ranunculus peltatus*), el miriofilo (*Myriophyllum spicatum*) o la lenteja de agua (*Lemna minor*).
- Helófitos.- El carrizo (*Phragmites australis*), enea (*Typha domingensis*), junco de laguna (*Schoenoplectus lacustris*), castañuela (*Boloschoenus maritimus*), junco florido (*Butomus umbellatus*), etc
- Higrófitos.- La gramínea (*Panicum repens* o la cariofilacea *Illecebrum verticillatum*).

b) Según su Biología.-

- Macrófitos flotantes.- El jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*), o la Lenteja de agua (*Lemna minor*), Helecho de agua (*Azolla filiculoides*)
- Macrófitos enraizados-flotantes.- Los nenúfares (*Nuphar luteum* y *Nymphaea alba*).
- Macrófitos sumergidos.- Las espigas de agua (*Potamogeton lucens*).

#### **1.3.1.11. *Azolla filiculoides* o helecho de agua**

Es un helecho acuático flotante de hojas pequeñas, que están superpuestas entre sí y presentan raíces numerosas. (Capdevilla y Zilletti, 2006, p. 25 - 28) presenta las siguientes características:

- Habita en lagos, lagunas, etc. como en zonas húmedas artificiales.
- Resiste los fríos invernales.
- Se reproduce vegetativamente por fragmentación.
- Su velocidad de reproducción es rápida, multiplicándose a partir de trozos del tallo o por germinación sobre la superficie del agua.

#### **1.3.1.12. Nutrientes de las plantas**

Son elementos necesarios para el crecimiento de las plantas, los nutrientes primarios son: fósforo, nitrógeno y potasio los cuales son consumidos en grandes cantidades,

mientras que los nutrientes secundarios son necesarios para su crecimiento como: calcio, magnesio y el azufre y principalmente consumidos en cantidades menores.

Los micronutrientes son importantes para el metabolismo, como el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. (FAO, 1999, p.3)

**1.3.1.12.1. Macronutrientes.-** Presenta las siguientes características: (Meléndez y Molina2002, p. 86-88)

- Nitrógeno: Permite el crecimiento vegetativo y tiene una influencia en la floración y fructificación de la planta, se aplica foliarmente para facilitar la penetración en la solución.
- Fosforo: Tiene una función importante en el sistema de transferencia de energía dentro de la planta y es esencial para el crecimiento radical, en el proceso de floración, y en la formación de frutas y semillas, es de lenta absorción foliar.
- Potasio: Permite la fotosíntesis y, mejora la eficiencia en el consumo de agua al aumentar la presión osmótica de las células, volviéndolas más turgentes. Mejora la resistencia a enfermedades fortaleciendo los tejidos vegetativos. Ayuda a incrementar el peso y tamaño de los frutos.

**1.3.1.12.2. Micronutrientes.-** Estos son de carácter esencial para el adecuado desarrollo y crecimiento de las plantas para poder así obtener altos rendimientos elevados. (BR Global, 2004. p. 1 y 2)

- Zinc: Interviene en la formación de hormonas para el crecimiento de las plantas. Si no hay una cantidad adecuada de zinc en la planta, no se aprovechan bien el nitrógeno ni el fósforo.
- Boro: Interviene en el proceso de floración y en la formación del sistema radicular de la planta.
- Hierro: Es necesario para la formación de la clorofila, es un constituyente importante de algunas proteínas y enzimas.
- Manganeso: Actúa en la reducción de los nitratos, tiene una influencia importante en la fotosíntesis y en la formación de caroteno y rivo flavina.

- Molibdeno: Es importante en la síntesis de proteínas y en la fijación simbiótica del nitrógeno. También ha sido asociado a los mecanismos de absorción.

#### **1.3.1.13. Sistemas de tratamientos biológicos**

El tratamiento biológico se basa en el flujo controlado de agua residual, en el que la actividad de plantas acuáticas actúa de manera conjunta, en el proceso de la depuración de aguas residuales disminuyendo los contaminantes. El tratamiento biológico incluye tres tipos: lagunajes, humedales y cultivos acuáticos. (León y Lucero, 2009, p. 31 y 32).

#### **1.3.1.14. Eutrofización**

La eutrofización es el enriquecimiento de nutrientes, los cuales permiten el fácil crecimiento algas y enturbiamiento de las aguas los cuales producen malos olores. Cuando estas aguas carecen de nutrientes se denominan oligotróficos y el crecimiento de algas es pequeño. Los nutrientes que más influyen en este proceso de eutrofización son los fosfatos y los nitratos. (Echarri, 1998, p. 176).

- Eutrofización natural.- Proceso donde se genera lentamente los nutrientes necesarios.
- Eutrofización de origen humano.- Las principales fuentes son: Vertidos urbanos y vertidos ganaderos y agrícolas.

#### **1.3.1.15. Impacto de la *Azolla filiculoides***

La invasión de esta especie provoca serios impactos por su crecimiento muy acelerado y agresivo ya que puede desplazar la vegetación acuática nativa. Al cubrir la superficie se disminuye la luz que penetra la cual provoca cambios en los nutrientes, calidad del agua y la diversidad vegetal autóctona se ve reducida, lo que a su vez puede provocar cambios en la alimentación y en las relaciones tróficas en aves y otros organismos. (Capdevilla y Zilletti. 2006, p. 27).

#### 1.3.1.16. Límites máximos permisibles (LMP)

Es la concentración de los elementos, sustancias o parámetros que sirven para caracterizar a una emisión, al ser superada esta concentración puede causar daño a la salud y al ambiente. (MINAM, 2010, p.1)

#### 1.3.1.17. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

Es la ración de oxígeno que requieren los microorganismos para abatir biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales, Este parámetro sirve para medir el grado de contaminante orgánica (Ozosco Carmen y Nieves María, 2009, p.23).

#### 1.3.1.18. Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno exigido para oxidar químicamente las sustancias orgánicas presente en aguas residuales (Ozosco Carmen y Nieves María, 2009, p. 23).

#### 1.3.1.19. Relación entre parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO

La relación DBO<sub>5</sub>/DQO nos da una aproximación cuantitativa de la biodegradabilidad de un efluente, esta va estar dada por la relación de la DBO<sub>5</sub> entre la DQO que son la cantidades de oxígenos que necesita para oxidar la materia orgánica idónea de ser oxidada biológicamente o químicamente. Si la relación es <0,2 entonces hablamos de un efluente de naturaleza industrial y no biodegradable y se recomienda tratamientos químicos para degradarla, por otro lado si la relación esta ente 0,2 – 0,4 el efluente es biodegradable pudiendo recomendar su tratamiento mediante lechos bacterianos o fangos activos, si la relación es >0,4 hablamos de un efluente de naturaleza doméstica por lo tanto con tendencia a ser más biodegradable, por eso también se recomienda un tratamiento biológico (Hernández, 2004).

**Tabla N° 1.** Relación entre Parámetros DBO<sub>5</sub> y DQO

	Poco biodegradable	Biodegradable	Muy biodegradable
DBO <sub>5</sub> /DQO	<0,2	0,2-0,4	>0,4

*Fuente: Manual de Depuración Uralita*

#### 1.4. Formulación del problema

¿Cuál es el efecto de los nutrientes en el nivel de eficacia de *Azolla filiculoides* para la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos?

#### 1.5. Hipótesis

$H_1$  “El efecto de los nutrientes en *A. filiculoides* presenta una alta eficacia para la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos.”

$H_0$  “El efecto de los nutrientes en *A. filiculoides* no presenta una alta eficacia para la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos.”

#### 1.6. Justificación del estudio

La producción de animales de cerdos de pequeña y gran escala últimamente ha venido en aumento, la cual genera grandes cantidades de aguas residuales altamente contaminantes.

Siendo el motivo principal la elaboración de este proyecto es el adecuado tratamiento a nivel de laboratorio para efluentes porcinos derivados los lavados de los corrales en los criaderos; debido a que estos efluentes presentan una mezcla compuesta de forma líquida y sólida que vienen siendo vertidos indiscriminadamente al alcantarillado y se hace necesario un tratamiento factible para evitar más problemas de contaminación.

Asimismo estos tratamientos en su mayoría son complejos y presentan un alto costo de elaboración, la opción de fitoremediación, por plantas acuáticas las cuales pueden ser fundamental en las técnicas de tratamiento de aguas residuales debido a que presenta ciertas ventajas comparativas a otros tratamientos como la alta capacidad para poder remover la carga orgánica presente.

En este caso el centro poblado el Milagro dispone estos efluentes porcinos al sistema de alcantarillado lo que nos conlleva a utilizar como solución el tratamiento biológico para cumplir con la normativa vigente (*anexo 2*). Sabiendo que este tipo de

tratamiento es una opción factible económicamente y ecológicamente viable a comparación de otras técnicas convencionales.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo general

Evaluar la eficacia de *A. filiculoides* para degradación de materia orgánica de efluentes porcinos.

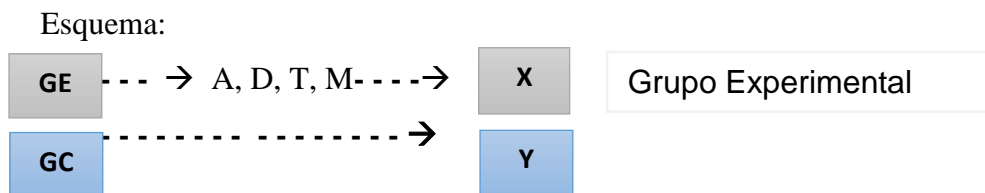
### 1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físico - químicas del efluente porcino (purín).
- Determinar el efecto de los nutrientes en la biomasa de *A. filiculoides*.
- Comparar los resultados obtenidos del efluente porcino tratado con lo establecido con los límites máximos permisibles según el Decreto Supremo 2009 – MINAM.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

La investigación es de carácter experimental, cuenta con variables identificadas en el presente estudio de las cuales se obtuvieron datos, es un diseño experimental el cual requiere la manipulación simultánea de dos o más variables independientes, en un mismo experimento. Tal como se muestra en el siguiente esquema:



Factor A: A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>

Factor D: d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>

Factor T: t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>3</sub>

Factor M: m<sub>1</sub>.

Donde:

A : Representa el tipo de nutriente.

D : Representa la dosis a utilizar del nutriente.

T : Representa el tiempo de degradación.

M : Biomasa de *A. filiculoides*.

Al combinar todos los factores (A, D, T y M), se tiene:

$3 \times 3 \times 3 = 27$  experimentos

Se contara con 1 grupo testigo que se medirá en 3 tiempos.

<b>Total = 30 experimentos</b>
--------------------------------

**Tabla N° 2.** Matriz de toma de datos Factorial

			Biomasa de <i>A. filiculoides</i>		
			15 g		
			t <sub>1</sub> '	t <sub>2</sub> '	t <sub>3</sub> '
Tipo de nutriente	A <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>1</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>2</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>1</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>2</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>1</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>2</sub> '	A <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>3</sub> '
	B <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	B <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>1</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>2</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>2</sub>	B <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>1</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>2</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>3</sub>	B <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>1</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>2</sub> '	B <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>3</sub> '
	C <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	C <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>1</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>2</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>1</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>1</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>2</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>2</sub> )/t <sub>3</sub> '
		d <sub>3</sub>	C <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>1</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>2</sub> '	C <sub>1</sub> (d <sub>3</sub> )/t <sub>3</sub> '

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

A<sub>1</sub>: Nutriente I (*anexo 11*)

B<sub>1</sub>: Nutriente II (*anexo 12*)

C<sub>1</sub>: Nutriente III (*anexo 13*)

d<sub>1</sub>: Nutriente en concentración alta.

d<sub>2</sub>: Nutriente en concentración media.



d<sub>3</sub>: Nutriente en concentración baja.

t<sub>1</sub>: tiempo de degradación de 10 días.

t<sub>2</sub>: tiempo de degradación de 20 días.

t<sub>3</sub>: tiempo de degradación de 30 días

Los valores de las concentraciones para cada nutriente se mostraran en las siguientes tablas (*anexo 3*).

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

#### **a) Variables independientes:**

- Masa de *A. filiculoides* (20 g)
- Nutriente (tipo y dosis)

#### **b) Variable dependiente:**

- Degradación de materia orgánica

**Tabla N° 3.** Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
A. <i>filiculoides</i>	Helecho acuático de raíces numerosas (Capdevilla y Zilletti, 25 - 28)	Biomasa de A. <i>filiculoides</i> .	La A. <i>filiculoides</i> será dispuesta en bandejas llenas de efluente porcino con un mínimo de profundidad de 10 cm	Biomasa de 15 g por cada tratamiento	Cuantitativa
	Sustancia que se emplea sobre todo en relación con los elementos del agua que las plantas toman.(Glosario Ambiental, p. 27)	Tipo de nutriente	Se aplicaran diversos tipos de nutrientes a diferentes dosis en el efluente porcino para poder mejorar el crecimiento de la A. <i>filiculoides</i>	Macronutriente Micronutriente	Cuantitativa.
Nutriente		Dosis de Nutriente		Concentración de dosis (Alta, media y baja)	
Degradación de materia orgánica	Activación que descompone biológicamente la materia orgánica.	Efluente Porcino	Se determinara midiendo los parámetros de DBO <sub>5</sub> y DQO removidos en partículas por millón (ppm).	Concentración de DBO <sub>5</sub> y DQO (ppm) al inicio y en cada intervalo de tiempo.	Cuantitativa

Fuente: Propia

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Estuvo definido por el volumen de efluente porcino derivado del lavado de los criaderos porcinos de la granja en el Milagro.

UTM	Este	Norte	Referencia
	715,500	9'113,000	200 m. antes del botadero.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra fue de carácter intencional, inicialmente se examinaron 10 litros de efluente por cada tratamiento, haciendo un total de 100 litros de efluente porcino las cuales se determinó las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO, los ensayos de laboratorio se realizaron de acuerdo a las normas técnicas señaladas en el *anexo 9 y 10* de la presente investigación.

### **2.3.3. Unidad de análisis**

Se tomaron 27 muestras de 250 ml de agua residual homogenizadas previamente por cada tratamiento.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La determinación de los parámetros que se obtendrán en los diferentes experimentos, se registraran en dos tablas (tabla 2) las cuales serán analizadas de forma estadística empleando un software SPSS. Permitiendo determinar si existe o no efecto de las variables cómo la dosis de nutrientes y el tiempo en la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos utilizando indicadores de materia orgánica (DBO<sub>5</sub> y DQO).

## 2.4.2. Equipos e instrumentos por utilizar

**Tabla N°4.** Calibración y Verificación del Instrumento

Método de ensayo	
<b>Parámetro DBO<sub>5</sub>*</b>	<i>Respirometrico</i>
<b>Parámetro DQO*</b>	<i>SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part5220D, 22nd.ED.2013</i>

*Fuente: Propia (\*) Anexos 10 y 11.*

## 2.5. Métodos de análisis de datos

En cuanto al método de análisis para la determinación de la degradación de materia orgánica en el efluente porcino consistió en determinar los parámetros de DBO<sub>5</sub>, y DQO como indicador de la materia orgánica, sus determinaciones fueron realizadas mediante el método respiro métrico para la estimación del DBO<sub>5</sub> (*anexo 8*) y DQO por el método micro reflujo cerrado 5220D (*anexo 7*).

Al culminar se procedió a hacer un análisis de varianza (ANOVA) que permitió contrastar la hipótesis planteada y así determinar si existe o no un efecto en el tipo de nutriente y el tiempo en la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos. Además se realizó la prueba de Tukey para determinar el mejor tratamiento. Todas las pruebas se realizaran a un nivel de confianza del 95%, se utilizara el software estadístico spss.

Se seguirá el siguiente procedimiento:

### 2.5.1. Recolección de *A. filiculoides*.

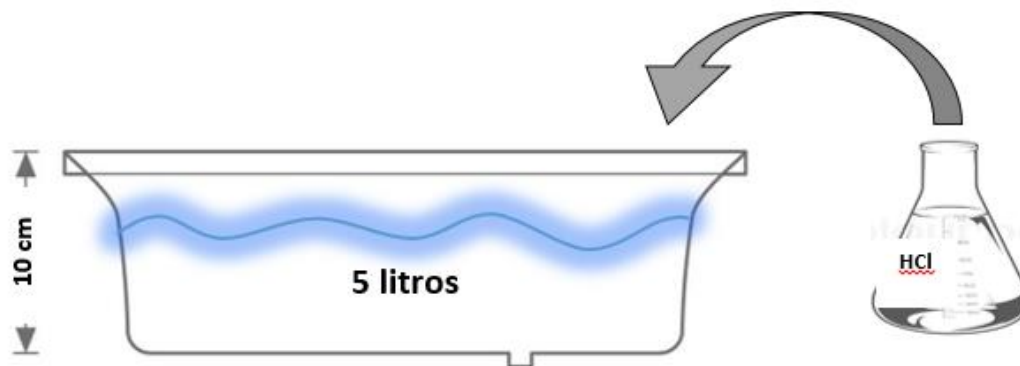
Se procedió a recolectar la suficiente biomasa húmeda de *A. filiculoides* procedente los estanques de crecimiento de plantas acuáticas de la Universidad Nacional Agraria la Molina de en frascos adecuados para su almacenamiento.

### 2.5.2. Asepsia de las muestras de *A. filiculoides*.

La biomasa húmeda de *A. filiculoides* recolectada se colocó en 1 recipiente con agua que contendrán un volumen de 5 litros con una profundidad de 10 cm al cual se le

añadieron 2 veces en la semana HCl para procurar asepsia total a las plantas acuáticas y que estas queden libres de cualquier plaga u otro microorganismo (Merino y Vasconez. p.58).

**Figura 1:** Diseño de recipiente para la asepsia de *A. filiculoides*



*Fuente: Propia*

- **Preparación dilución de HCl :**

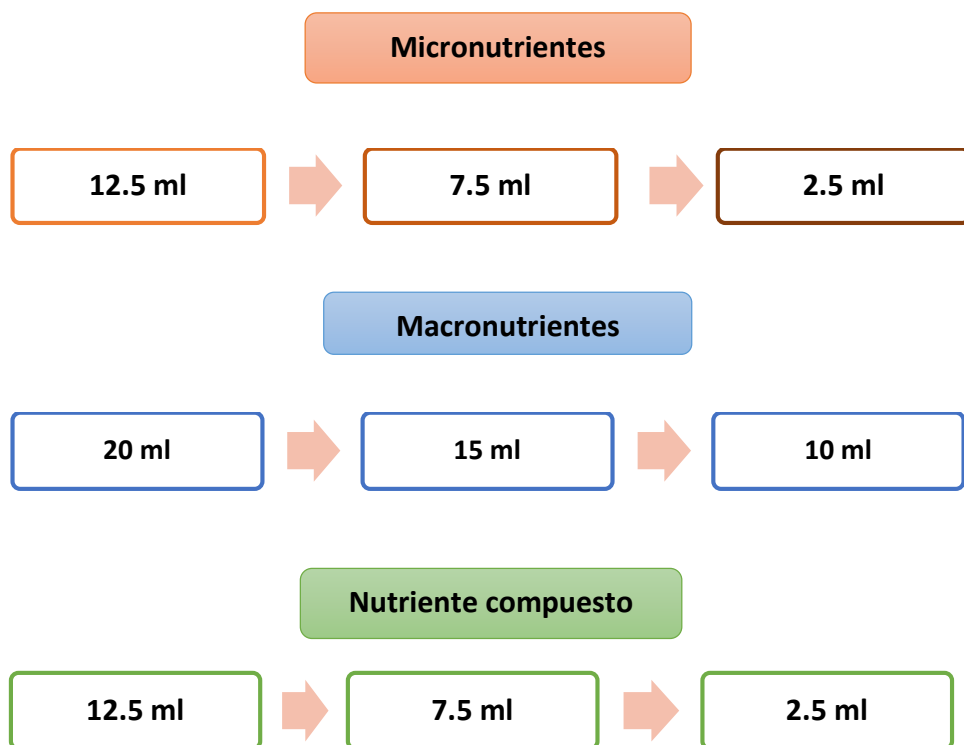
Para la dilución de ácido clorhídrico se utilizaron 10 ml de HCl puro en 90 ml de agua destilada que sirvió para la asepsia realizada al helecho *A. filiculoides*.

- **Pesaje de biomasa de *A. filiculoides*:**

Ya realizado la asepsia de *A. filiculoides* se procederá al pesaje respectivo de la biomasa establecida de 15 g, dicha acción se realizara utilizando los siguientes materiales (*anexo 8*).

### 2.5.3. Dilución del nutriente

Para la preparación de la solución de nutrientes se realizara de acuerdo al cuadro de dosificación (*anexo 3*) y así poder aplicar las diferentes concentraciones designadas en los recipientes para los experimentos.



La aplicación de cada nutriente debe realizarse cada 10 días.

#### 2.5.4. Toma de muestra

El manejo y la limpieza en el proceso de lavado de la granja se efectúan los días lunes, miércoles y viernes en las horas de la mañana, la limpieza se hace con el aspergeo de agua con la ayuda de una manguera

Para La recolección, conservación y preservación de la muestra se hará según el Protocolo de Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos Hídricos superficiales R.J. N.º 010-2016-ANA.

#### 2.5.5. Concentración de los nutrientes

Debido a que la solución de nutrientes es de carácter comercial se presentó la distribución porcentual para los siguientes nutrientes.

**Tabla N° 5.** Concentraciones del macronutriente

<b>Nutriente</b>	<b>Concentración (%)</b>
Nitrógeno	44
Fósforo	32
Potasio	24

*Fuente: Propia*

**Tabla N° 6.** Concentraciones del micronutriente

<b>Nutriente</b>	<b>Concentración (%)</b>
Magnesio	2.1
Boro	0.31
Zinc	2.1
Hierro	3.5

*Fuente: Propia*

**Tabla N° 7.** Concentraciones de nutriente compuesto

<b>Nutriente</b>	<b>Concentración (%)</b>
Macronutrientes primarios	15
Macronutrientes secundarios	25
Micronutrientes	60

*Fuente: Propia*

## **2.6. Aspectos éticos**

En el proyecto de investigación actual se están respetando las citas bibliográficas y las normas ISO 690 y demás consideraciones de la Universidad Cesar Vallejo – Trujillo

Asimismo, la información intelectual que se presenta en este proyecto es auténtica y veraz, respetando los recursos naturales al momento de la toma de muestra y de los ensayos previstos.



### III. RESULTADOS

Después de haber realizado la recolección de información y tabulación de datos en todos los tratamientos del efluente porcino, se llegó a la previa caracterización de los siguientes parámetros, para así saber cuáles son los valores iniciales de contaminantes en la que se encuentra el efluente porcino, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla N° 8.** Caracterización del efluente porcino

Parámetros	Efluente porcino inicial	LMP
pH*	7,36	
DQO (mg/l)*	4783,25	500
DBO <sub>5</sub> (mg/l)*	2517,5	250
Nitrógeno total (mg NH <sub>4</sub> <sup>+3</sup> /l)	2,45	
Fosfatos (mg PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> /l)	3,02	

*Fuente: Propia*

#### Interpretación:

La tabla 8 detalla los resultados de la caracterización del efluente porcino donde se obtuvo los valores de fosfatos y nitrógeno en proporciones pequeñas, por otro lado los resultados de la DQO y DBO<sub>5</sub> sobrepasan los LMP.

Además, sabemos que la escasa presencia de nutrientes en el efluente porcino no permite el crecimiento adecuado de la biomasa del helecho por lo tanto la degradación de materia orgánica es muy baja las cuales se pueden apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla N° 9.** Valores de degradación de DBO<sub>5</sub> y DQO con *A. filiculoides* sin nutrientes.

Efluente porcino grupo control						
Parámetros	Muestra	Días			LMP	Unidad
		10	20	30		
DQO	4430,80	4312,23	4297,57	4292,71	500	mg/L
DBO <sub>5</sub>	2517,50	2450,13	2441,80	2439,04	250	

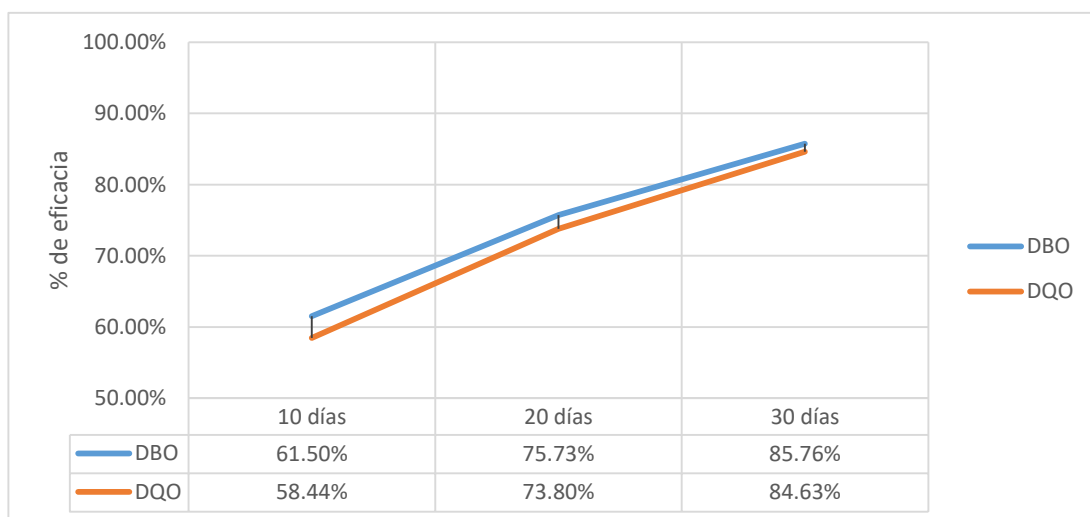
*Elaborado: Autor*

### Interpretación:

En la tabla 9 los valores encontrados presentan una cantidad muy reducida en la degradación de estos parámetros al transcurso de 30 días, esto debido a que existe una presencia mínima de nutrientes, lo cual no permite el crecimiento de *A. filiculoides*.

Como se mencionó anteriormente, la escases de nutrientes nos permite la incorporación de nutrientes (Macronutrientes, micronutrientes y nutriente compuesto) las cuales respectivamente se describirán en las tablas 10, 11 y 12:

**Figura 2.** Eficacia de los macronutrientes en *A. filiculoides* para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos.



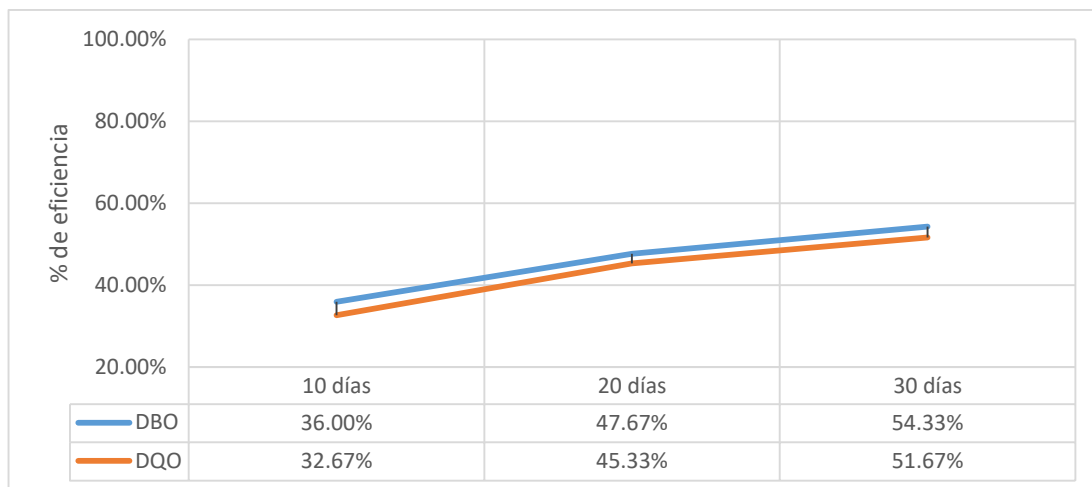
*Fuente: Propia*

### Interpretación:

En la figura 2 se detalla la eficacia de la concentración de los macronutrientes en *A. filiculoides* para la degradación de DBO<sub>5</sub> y DQO, donde podemos ver cómo influye de manera directa con respecto al tiempo de 10, 20 y 30 días ya que a mayor tiempo hay un aumento en la degradación de estos parámetros.

Además se muestra el comportamiento a lo largo del desarrollo con micronutrientes en el cultivo de *Azolla filiculoides* notando un aspecto favorable en la degradación de estos parámetros.

**Figura 3.** Eficacia de los micronutrientes en *A. filiculoides* para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos

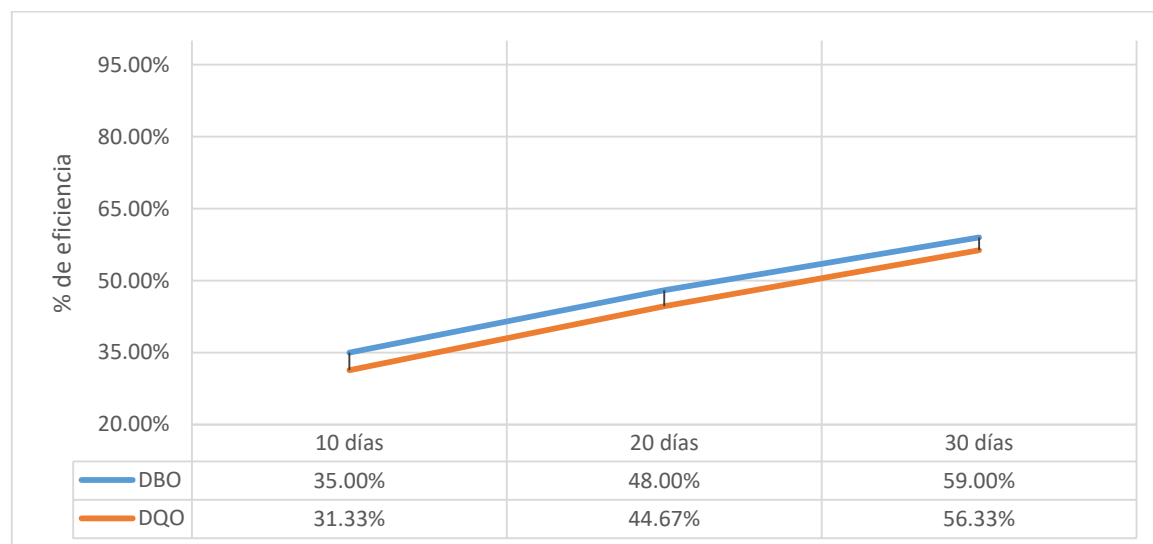


Fuente: Propia

### Interpretación:

En esta figura se puede apreciar los resultados en relación a la eficiencia de los tratamientos con nutrientes compuestos en presencia de *A. filiculoides*, en la que se produjo una degradación de DBO<sub>5</sub> y DQO a medida que el tiempo aumenta, esto se verifica cuando comparamos la muestra inicial del día 0, con el tratamiento con nutrientes compuestos del día 30.

**Figura 4.** Eficacia de nutriente compuesto en *A. filiculoides* para la degradación de materia orgánica en efluentes porcinos



**Interpretación:**

Se observó que el efluente porcino en presencia de micronutrientes tuvo una aumento en la eficacia de la degradación dela DBO<sub>5</sub> y DQO conforme avanza el tiempo (10, 20, 30 días), esto es debido al crecimiento de la biomasa de *A. filiculoides*.

**Tabla N° 10.** Eficiencia de degradación de material orgánica (DBO<sub>5</sub> y DQO)

% de Degradación	Parámetro	%DBO <sub>5</sub>			%DQO		
	Dosis	Días			Días		
		10	20	30	10	20	30
Macronutriente	Alta	60.90	75.98	84.34	57.79	74.07	83.10
	Optima	65.80	79.52	90.74	63.08	77.90	90.00
	Baja	57.80	71.68	82.20	54.44	69.43	80.79
Micronutriente	Alta	42.99	56.06	63.66	40.07	53.81	61.80
	Optima	36.20	48.45	54.79	32.94	45.81	52.48
	Baja	29.10	39.03	44.12	25.47	35.91	41.26
Nutriente compuesto	Alta	34.30	46.52	60.09	30.19	43.18	57.59
	Optima	39.43	53.21	64.51	35.64	50.31	62.30
	Baja	32.21	44.27	51.74	27.98	40.79	48.72

Elaborado: Autor

### **Interpretación:**

En esta tabla se observa la eficiencia de los tratamientos con *A. filiculoides* en presencia de nutrientes realizados a 30 días, donde el tratamiento con menor rendimiento fue el de micronutrientes a una concentración baja teniendo como resultado 44.12% de eficiencia para DBO<sub>5</sub> y 41.26% de eficiencia para DQO, lo contrario del tratamiento con macronutrientes a una dosis optima en el cual se obtuvo el 90.74% de eficiencia para DBO<sub>5</sub> y 90.00 % eficiencia para el DQO. De la misma manera también se refleja que hubo una mayor eficiencia en la degradación de DBO<sub>5</sub>, esto se debe a que el efluente porcino presentaba características de ser altamente biodegradable.

Después de realizar la prueba Post Hoc tanto para el tipo y la dosis de nutrientes (tabla 18 y 22) el análisis estadístico obtuvo un valor mucho menor que  $p < 0.05$ , lo cual demuestra una alta significancia de los valores obtenidos por lo tanto se acepta la hipótesis alterna: H<sub>1</sub> “El efecto de los nutrientes en *A. filiculoides* presenta una alta eficacia para la degradación de materia orgánica de efluentes porcinos.”

Para el caso de la eficiencia del *A. filiculoides* con nutrientes en la reducción de DBO<sub>5</sub> y DQO, se aprecia según las Tablas 18 y 19 del test HSD TUKEY; donde el mejor resultado con los valores de DBO<sub>5</sub> y DQO más bajos se consiguen con los macronutrientes

#### IV. DISCUSIÓN

Luego de haber obtenido todos los resultados procedemos a contrastar lo obtenido, por ello:

- Al culminar la caracterización del efluente porcino, este presentó una alta carga de contaminantes coincidiendo de forma parcial con *BECERRA, et al. (2014)* que concluye que los valores de la caracterización físico-química como son: DBO<sub>5</sub>, DQO, Nitrógeno y Fosforo de 6 plantas de Trujillo, donde estos parámetros sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles. La cual concuerda con la tabla 8, donde se ve expresado los valores de DBO<sub>5</sub>: 2517.5 mg/L y DQO: 4783.25 mg/L que sobrepasan los LMP los cuales son establecidos con valores de 250 y 500 mg/L respectivamente.
- A partir de los resultados obtenidos en los análisis para DBO<sub>5</sub> y DQO, los mismos que se promediaron en las tablas 10, 11,12, la cual determino que existe una influencia directa de los tratamientos entre el tiempo de contacto de *A. filiculoides* con el efluente porcino, empleando distintos tipos de nutrientes. Según la tabla 13 que muestra los valores del porcentaje de degradación con los diferentes tratamientos, el valor más eficiente para la DBO<sub>5</sub> es 90.74% a una dosis optima de macronutrientes, de manera similar dice RODRIGUEZ et al. (2010) donde concluye que la remoción de materia orgánica (DBO<sub>5</sub>) fluctúa entre 70 y 86% utilizando *Eichhornia crassipes* y 58% al utilizar *Lemna minor*, mientras que en el estudio realizado con el tratamiento de *A. filiculoides* se encontró que este helecho presenta una mejor capacidad para remover materia orgánica siendo más efectivo que los resultados obtenidos por RODRIGUEZ et al. (2010).
- En los hallazgos encontrados en la tabla 13 se observó que el helecho *A. filiculoides* presente en el efluente porcino (testigo) no presentó un crecimiento en la biomasa conforme avanza el tiempo (10, 20, 30 días), esto se debió a que el efluente porcino cuenta con una alta carga orgánica y una cantidad muy baja de nutrientes como se observa en la tabla 8 lo cual no permite el crecimiento adecuado de este helecho, de lo cual se puede especificar que el crecimiento de la *A. filiculoides* no es el más

adecuado. Según GARCÍA (2012) en sus tratamientos con *A. filiculoides* tuvo un crecimiento de la biomasa entre 52% al 86% en un periodo de 13 días siendo la reducción de la DBO<sub>5</sub> del 96.7% y al utilizar *Lemna minor* un crecimiento que oscila entre los rangos de 52% al 86% en un periodo de 13 días con una disminución de DBO<sub>5</sub> del 26%; donde el helecho *A. filiculoides* estuvo expuesta a mejores condiciones fisiológicas (fotosíntesis) y con una solución de nutrientes (Solución A) el cual permitió un mayor crecimiento. Mientras que los resultados promedios obtenidos en la presente investigación tienen un 85.66% de degradación de DBO<sub>5</sub> en un tiempo de 30 días en presencia de macronutrientes (N, P, K); esto podría suponer que la solución de nutrientes utilizado por GARCÍA (2012) es eficaz; asimismo se relaciona con los resultados de la presente investigación debido a que fueron realizados en condiciones relativamente similares.

- Los resultados encontrados se basan en los análisis realizados y en la eficiencia obtenida del helecho *A. filiculoides* en relación de los tratamientos entre diversos tipos de nutrientes a distintas concentraciones de dosis; si bien se logra disminuir los valores iniciales de las concentraciones de DBO<sub>5</sub> y DQO en la presente investigación como se observa en el anexo 4. En donde se obtuvo una mayor influencia en la degradación para cada tratamiento; pudiéndolo observar en las figuras 5 y 6 donde se ve la comparación de eficacia de los tipos de nutrientes y la eficacia de las dosis de nutrientes manteniendo los tiempos de 10, 20 y 30 días para dichos tratamientos observados. Así mismo concuerda de forma parcial con GARZON y BUELNA (2013) donde la mayor eficacia de los 5 diferentes tratamientos para la degradación de materia orgánica se evidencio con el tratamiento dalys (digestor anaerobio de líquidos y sólidos) con una remoción de 81.7 y 97.5 % de la DQO y 94.4 y 99.3 % de la DBO<sub>5</sub>.
- A partir de los datos obtenidos en los diferentes tratamientos para efluente porcino con *A. filiculoides* en relación con los tipos de nutrientes (macronutrientes, micronutrientes y nutrientes compuestos) y a dosis distintas (alta, optima y baja), se puede inferir que estos influyen de manera directa, como se refleja en la figura. 2 en donde se encontró el mejor porcentaje de reducción de 85.76% para la DBO<sub>5</sub> con un valor de 358.43 mg/l y un porcentaje de reducción de 84.63% para la DQO con un valor de 681.02 mg/l el

cual se dio en la presencia de macronutrientes en una dosis optima con un tiempo de 30 días, dichos valores se acercan mucho a los Límites Máximos Permisible del D.S. N° 021-2010-MINAM el cual indica que el valor máximo para DBO<sub>5</sub> 250 mg/l y DQO 500 mg/l lo cual demostraría la eficiencia de *A. filiculoides* con macronutrientes para la degradación de materia orgánica, lo cual no se vio con los micronutrientes y nutrientes compuestos a dosis distintas que a pesar que tuvo una eficiencia de degradación máxima de 54.33% a 59% respectivamente no logro cumplir ni acercarse a los LMP.



## V. CONCLUSIONES

- La eficacia de *A. filiculoides* en la disminución de materia orgánica medidos según los parámetros de DBO<sub>5</sub> y DQO mediante distintos tipos y dosis de nutrientes en permanencia del efluente porcino a los 30 días del tratamiento, son de alta eficacia ya que degrada como mínimo un 51.74% y como máximo un 90.74% lo cual nos señala que este helecho proporciona un tratamiento, donde remueve el material orgánico.
- Los análisis preliminares del efluente proveniente de la granja porcina, como son DBO<sub>5</sub>: 2517.5 mg/L y DQO: 4783.25 mg/L, valores que superan los LMP del D. S. N° 021-2010-MINAM mientras que los parámetros como Nitrógeno y Fosforo se encontraron en bajas proporciones lo cual permitió llevar a cabo la preparación de las soluciones de nutrientes (macronutrientes, micronutrientes y nutrientes compuesto) para obtener así un mejor rendimiento de *A. filiculoides*. Valores hallados a partir de la muestra tomada en el periodo de marzo del año 2018.
- Se concluye que la *A. filiculoides* en presencia de macronutrientes presenta un mayor crecimiento a comparación de los otros nutrientes ya que en el grupo control dicho helecho no presento un crecimiento de su biomasa debido a la alta carga orgánica que presentaban y al bajo porcentaje de nutrientes.
- Los parámetros ambientales para la degradación de materia orgánica medidos en base a la DBO<sub>5</sub> y DQO se verificaron al finalizar todos los tratamientos del efluente con *Azolla filiculoides*, encontrándose que los resultados estuvieron por encima de los parámetros establecidos en los LMP vigente para la DBO<sub>5</sub> y DQO. Siendo la excepción con el tipo de macronutrientes a una dosis optima la única que se encuentra en el rango de los LMP vigentes.

## VI. RECOMENDACIONES

- Continuar el presente estudio a concentraciones y tiempo mayores a los presentados en la investigación.
- La utilización de *A. filiculoides* como tratamiento secundario o terciario ya que se comprueba su adaptabilidad en aguas con alta carga orgánica y en presencia de nutrientes demostrando así su capacidad de degradación de contaminantes.
- Analizar la morfología del helecho *A. filiculoides* para determinar la eficiencia de los nutrientes en su crecimiento.
- Evaluar el efecto de otras variables en el proceso, tal como la luminosidad y temperatura.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECERRA Karen; HORNA María y BARRIONUEVO Katia. *Nivel de contaminación en efluentes provenientes de camales de la región La Libertad*. 3, Trujillo: 10 de setiembre de 2014, Cuerpo Médico HNAA, Vol. 7.

BR Global. *Micronutrientes. Importancia de los Micronutrientes*. [En línea] 2004. [Citado el: 14 de setiembre de 2017.] Disponible en: [www.brglimited.com/download/MicroNutrientes.pdf](http://www.brglimited.com/download/MicroNutrientes.pdf).

CAPDEVILLA y ZILLETI. Las 20 especies exóticas invasoras más dañinas presentes en España. España: GEIB Grupo Especialista en Invasiones Biológicas, 2006, Serie Técnica Vol. 2

CIPRIÁN; GONZÁLES; SANTACOLOMA. Reducción de la emisión de olores generados por efluentes. Murcia: s.n., 2005.

CIRUJANO, SANTOS y CEZÓN. Flora Acuática: MACRÓFITOS. Gerencia General del Agua. [En línea] Vol. 2. España. [Citado el: 14 de setiembre de 2017.] Disponible en: [www.mapama.gob.es/es/agua/formacion/06-Macrofitos-Santos\\_Cirujano\\_tcm7-174291.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/agua/formacion/06-Macrofitos-Santos_Cirujano_tcm7-174291.pdf). 2012.

DELGADILLO; GONZALES; GARCIA. Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación. 2, Yucatán: s.n., Agosto de 2011, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Vol. 14.

ECHARRI, Luis. Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. [En línea] Universidad de Navarra. 1998. Ed. Teide. [Citado el: 17 de octubre de 2017.] Disponible en: [www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm](http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/11CAgu/150Eutro.htm).

ENCYCLOPEDIA of medical concepts [en línea]. United States. ReferenceMD. 2012 [fecha de consulta: 15 de octubre del 2017]. Disponible en: <http://www.reference.md/files/D059/mD059013.html>

FAO. Guía para el manejo eficiente de la nutrición de las plantas. Roma: s.n., 1999.  
[Citado el: 17 de octubre de 2017.] Disponible en: [www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s02.pdf](http://www.fao.org/3/a-a1374s/a1374s02.pdf)

GARCIA, Zarela. Comparación y evaluación de tres plantas acuáticas para determinar la eficiencia de remoción de nutrientes en el tratamiento de aguas residuales doméstica. Tesis. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima: s.n., 2012. pág. 282.

GARCÍA, Pablo; FERNANDEZ, Rocío; CIRUJANO, Santos. Habitantes del Agua. Macrofitos. Andalucía: Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente, 2010. Pág. 148.

GARBISU, AMÉZAGA Y ALKORTAR. Bioremediación y Ecología. 3, 2002, Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente. Vol. 02. Pág. 103.

GARZON Marco; BUELNA Gerardo. Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México. México: Rev. Internacional de Contaminación Ambiental, 2013.

HIDALGO, M., DEL ALAMO, J., GRANADO, I., NUÑEZ, Y. Y HIRSUTA, R. Reducción del contenido amoniacal del purín porcino mediante la técnica de stripping. Libro - Tecnología del Agua, Pág. 208. 2001.

INIA-MINAGRI. Recomendaciones Técnicas para la Gestión Ambiental en el Manejo de Purines de la Explotación Porcina. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)-Ministerio de Agricultura (MINAGRI), Santiago de Chile. 2005.

LEÓN Mónica y LUCERO Ana. Estudio de *Eichhornia crassipes*, *Lemna gibba* y *Azolla filiculoides* en el tratamiento biológico de aguas residuales domésticas en sistemas comunitarios y unifamiliares del Catón Cotacachi. Tesis. Universidad Técnica del Norte. Ibarra: s.n., 2009. pág. 188, Tesis para obtención de Título. 2009.

MELLENDEZ Gloria y MOLINA Eloy. Fertilización foliar: Principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, 2002. pág. 145, Libro.2002

MINAGRI. Boletín estadístico de producción: Agricultura, Avícola y Pecuaria. Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas - DGESEP. [En línea] Marzo de 2016. [Citado el: 06 de octubre de 2017.] Disponible en: [www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-pecuaria-avicola/2016/boletin-produccion-comercializacion-avicola-marzo2016.pdf](http://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricola-pecuaria-avicola/2016/boletin-produccion-comercializacion-avicola-marzo2016.pdf).

NUÑEZ, Roberto; MEAS, Yunny; ORTEGA, Raúl; OLGUIN, Eugenia. México: s.n., 2004, Biotecnología y biología molecular, 2004. Vol. 2.

NUTRIENTE. En: Diccionario Glosario de Términos Ambientales. Colombia, 2007. Corporación Autónoma Regional de Quito. p. 38.

RODRIGUEZ Juan; GOMEZ Esteban; GARAVITO Laura; LOPEZ Francy. Estudio de comparación del tratamiento de Aguas Residuales Domésticas utilizando lentejas y buchón de agua en humedales artificiales. Colombia: s.n., 2010, Tecnología y Ciencias del Agua, Vol. 1.

SALAS Gilberto, CONDORHUAMAN Casario. Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado. 1, Lima: s.n., 2008, Rev. Perú Química, Vol. 11. 2008.

Welcome to BoarTaint.com. [En línea] [Citado el: 06 de octubre de 2017.]\_Disponible en: [www.boartaint.com/es/etapas-del-crecimiento-de-los-cerdos.aspx](http://www.boartaint.com/es/etapas-del-crecimiento-de-los-cerdos.aspx).

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 01: Punto de toma de muestras



*Fuente: Propia*

**ANEXO 02: Límites Máximo Permisibles (LMP) para la descarga de efluentes líquidos de la actividad agroindustrial tales como planta de camales y planta de beneficio, incluyendo los mataderos en promedio diario**

	Parámetros	Unidad	LMP
<b>I</b>	<b>Generales</b>		
1	pH	-	6,0 – 9,0
2	Sólidos suspendidos totales	mg/L	300
<b>II</b>	<b>Orgánicos</b>		
3	Demanda bioquímica de oxígeno -DBO <sub>5, 20 °C</sub>	mg/L	250
4	Demanda química de oxígeno-DQO	mg/L	500
<b>III</b>	<b>Inorgánicos</b>		
5	Fósforo total	mg/L	40
6	Nitrógeno total	mg/L	50

*Fuente: Decreto Supremo N°021-2010 MINAM*

**ANEXO N°03: Concentraciones para cada tipo de nutriente según cada ficha técnica.**

***Nutriente I - Micronutriente***

<b><i>Alta (<math>d_1</math>)</i></b>	<b><i>Media (<math>d_2</math>)</i></b>	<b><i>Baja (<math>d_3</math>)</i></b>
<b><i>12.5 ml</i></b>	<b><i>7.5 ml</i></b>	<b><i>2.5 ml</i></b>

*Fuente: Propia*

***Nutriente II – Macronutriente***

<b><i>Alta (<math>d_1</math>)</i></b>	<b><i>Media (<math>d_2</math>)</i></b>	<b><i>Baja (<math>d_3</math>)</i></b>
<b><i>20 ml</i></b>	<b><i>15 ml</i></b>	<b><i>10 ml</i></b>

*Fuente: Propia*

***Nutriente III – Nutriente compuesto***

<b><i>Alta (<math>d_1</math>)</i></b>	<b><i>Media (<math>d_2</math>)</i></b>	<b><i>Baja (<math>d_3</math>)</i></b>
<b><i>12.5 ml</i></b>	<b><i>7.5 ml</i></b>	<b><i>2.5 ml</i></b>

*Fuente: Propia*

**ANEXO 04: Resultados obtenidos con el tratamiento**

**Tabla 11. Datos obtenidos del macronutriente**

<b>Biomasa de <i>a. filiculoides</i></b>						
<b>20 g</b>						
	<b>Parámetro</b>	<b>Dosis</b>	<b>10 días</b>	<b>20 días</b>	<b>30 días</b>	<b>Unidad</b>
<b>Macronutriente</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	Alta	984.34	604.78	394.20	mg/l
		Optima	860.99	515.47	233.09	mg/l
		Baja	1062.39	712.86	448.00	mg/l
	<b>DQO</b>	Alta	1870.25	1149.08	748.98	mg/l
		Optima	1635.87	979.40	442.87	mg/l
		Baja	2018.53	1354.43	851.20	mg/l

**Fuente: Propia**

**Tabla 12. Datos obtenidos del Micronutriente**

<b>Biomasa de <i>a. filiculoides</i></b>						
<b>20 g</b>						
	<b>Parámetro</b>	<b>Dosis</b>	<b>10 días</b>	<b>20 días</b>	<b>30 días</b>	<b>UNIDAD</b>
<b>Micronutriente</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	Alta	1435.23	1106.28	914.91	mg/l
		Optima	1606.17	1297.86	1138.04	mg/l
		Baja	1784.91	1535.02	1406.88	mg/l
	<b>DQO</b>	Alta	2655.18	2046.62	1692.58	mg/l
		Optima	2971.41	2401.04	2105.37	mg/l
		Baja	3302.08	2839.79	2602.73	mg/l



**Tabla 13.** Datos obtenidos del nutriente compuesto

<b>Biomasa de <i>a. Filiculoides</i></b>						
<b>20 g</b>						
	<b>Parámetro</b>	<b>Dosis</b>	<b>10 días</b>	<b>20 días</b>	<b>30 días</b>	<b>Unidad</b>
<b>Nutriente compuesto</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>	Alta	1654	1346.28	1004.79	mg/l
		Optima	1524.85	1177.86	893.36	mg/l
		Baja	1706.56	1403.02	1214.97	mg/l
	<b>DQO</b>	Alta	3092.98	2517.54	1878.96	mg/l
		Optima	2851.47	2201.6	1670.58	mg/l
		Baja	3191.27	2623.65	2271.99	mg/l

**Fuente:** Propia

**ANEXO 05: Promedio de valores de DBO<sub>5</sub> y DQO**

**Tabla 14.** Valores de DBO<sub>5</sub> y DQO con concentración de macronutrientes.

<b>Efluente porcino con macronutrientes</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Muestra</b>	<b>Días</b>			<b>LMP</b>	<b>Unidad</b>
		<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>		
<b>DQO</b>	4430,80	1841,55	1160,97	681,02	<b>500</b>	<b>mg/L</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	2517,50	969,24	611,04	358,43	<b>250</b>	

*Elaborado: Autor*

**Tabla 15.** Valores de DBO<sub>5</sub> y DQO con concentración de micronutriente.

<b>Efluente porcino con micronutrientes</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Días</b>				<b>LMP</b>	<b>Unidad</b>
	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>		
<b>DQO</b>	4430,80	2976,22	2429,15	2133,56	<b>500</b>	<b>mg/L</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	2517,50	1608,77	1313,05	1153,28	<b>250</b>	

*Elaborado: Autor*

**Tabla 16.** Valores de DBO<sub>5</sub> y DQO con concentración de nutriente compuesto.

<b>Efluente porcino con nutriente compuesto</b>						
<b>Parámetros</b>	<b>Días</b>				<b>LMP</b>	<b>Unidad</b>
	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>		
<b>DQO</b>	4430,80	3045,24	2447,60	1940,51	<b>500</b>	<b>mg/L</b>
<b>DBO<sub>5</sub></b>	2517,50	1628,47	1309,05	1037,71	<b>250</b>	

*Elaborado: Autor*

**Tabla 17.** Efecto del crecimiento de *A. filiculoides* en el efluente porcino.

Nutriente	Biomasa inicial (g)	Verificación de biomasa
Grupo Control (testigo)	15	No
Macronutriente		
Alta	15	Si
Optima		
Baja		
Micronutriente		
Alta	15	No
Optima		
Baja		
Nutriente Compuesto		
Alta	15	Si
Optima		
Baja		

### ANEXO 06: Evidencias fotográficas



**IMAGEN 01:** Soluciones de Nutrientes



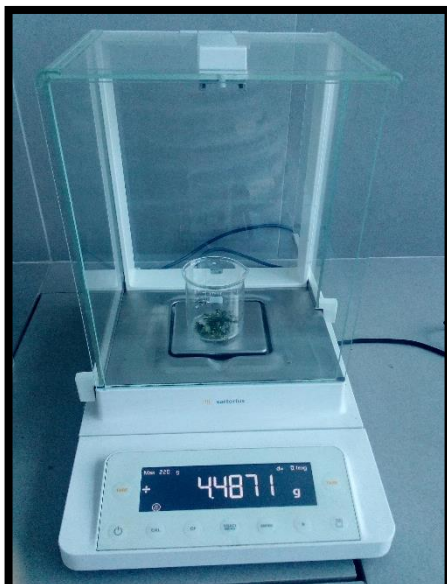
**IMAGEN 02:** Instalación del Área de Trabajo



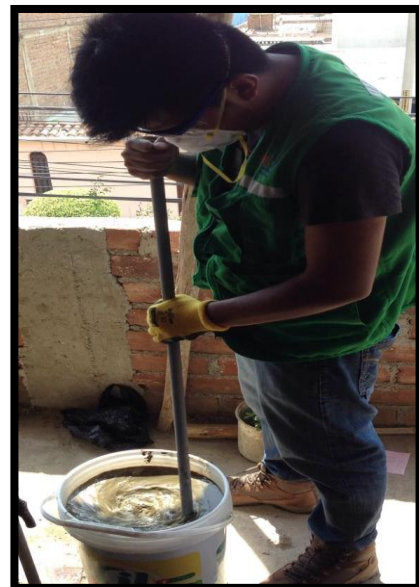
**IMAGEN 03:** Recojo del efluente porcino



**IMAGEN 04:** Montaje de Diseño



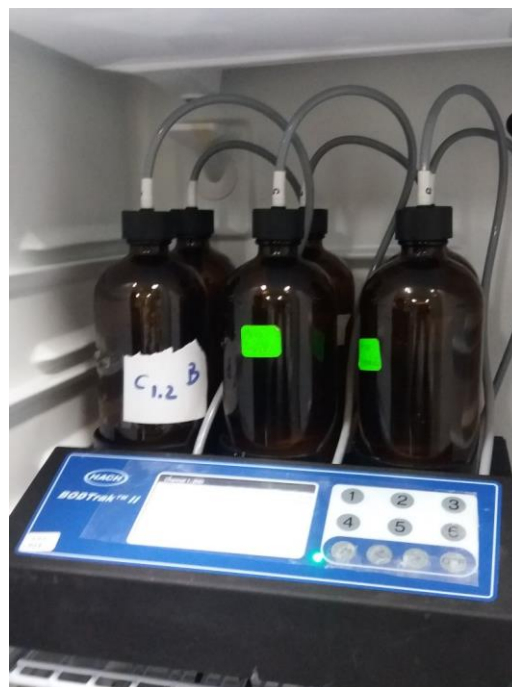
**IMAGEN 05:** Pesaje de *A. filiculoides*



**IMAGEN 06:** Homogenización de efluente porcino



**IMAGEN 07:** Medición de DBO<sub>5</sub> mediante BODtrack



**IMAGEN 08:** Análisis de DBO<sub>5</sub>

#### **ANEXO N° 07: Resultados estadísticos.**

**Tabla 18.** Prueba de Homogeneidad de Levene de varianzas de error.

	F	df1	df2	Sig.
Eficiencia de la <i>Azolla filiculoides</i> + Nutrientes en reducción de DBO <sub>5</sub>	,000	8	18	0,960
Eficiencia de la <i>Azolla filiculoides</i> + Nutrientes en reducción de DQO	1,178	8	18	,364

#### **Interpretación:**

Se observa que en la prueba de Homogeneidad de Levene el valor P (sig) es mayor que el nivel de significancia (0.05), indicando así que los resultados fueron obtenidos sobre la base de un muestreo aleatorio de una población con varianzas iguales.

**Tabla 19.** Prueba de POST HOC - Niveles de nutrientes.

COMPARACIONES MÚLTIPLES, HSD Tukey

Variable Dependiente	(I) Tipo de Nutriente	(J) Tipo de Nutriente	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						L. Inferior	L. superior
Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de DBO <sub>5</sub> .	Macronutriente	Micronutriente	31,3333*	,47140	,000	30,1302	32,5364
			26,6667*	,47140	,000	25,4636	27,8698
	Micronutriente	Macronutriente	-31,3333*	,47140	,000	-32,5364	-30,1302
			-4,6667*	,47140	,000	-5,8698	-3,4636
	N. Compuesto	Macronutriente	-26,6667*	,47140	,000	-27,8698	-25,4636
			4,6667*	,47140	,000	3,4636	5,8698
Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de DQO	Macronutriente	Micronutriente	33,1111*	1,4083	,000	29,5167	36,7055
			28,4444*	1,4083	,000	24,8500	32,0389
	Micronutriente	Macronutriente	-33,1111*	1,4083	,000	-36,7055	-29,5167
			-4,6667*	1,4083	,010	-8,2611	-1,0722
	N. Compuesto	Macronutriente	-28,4444*	1,4083	,000	-32,0389	-24,8500
			4,6667*	1,4083	,010	1,0722	8,2611

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,000

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05

### Interpretación:

La tabla de comparaciones múltiples de HSD Tukey muestra los distintos arreglos que se generan para cotejar las diferencias existentes entre los tipos de la variable nutriente; encontrándose diferencia significativa a un valor P (0.05).

**Tabla 20.** Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de la DBO<sub>5</sub>.

NUTRIENTES	N	Subconjunto		
		1	2	3
Micronutrientes	9	54,3333	59,0000	85,6667
Nutriente Compuesto	9			
Macronutrientes	9			
Sig.		1,000	1,000	1,000

---

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,000.

- a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.
- b. Alfa = .05.

### Interpretación:

Para la eficiencia de *Azolla filiculoides* con cada tipo nutriente en la reducción de DBO<sub>5</sub>; se observan la formación de tres conjuntos diferenciados, siendo el conjunto de macronutrientes el que presenta el mayor % de degradación de DBO<sub>5</sub> con un valor de 85.67% consiguiéndose en 30 días.

**Tabla 21.** Eficiencia de los tipos de nutrientes en la reducción de la DQO

NUTRIENTES	N	Subconjunto		
		1	2	3
Micronutrientes	9	51,6667		
N. Compuesto	9		56,3333	
Macronutrientes	9			84,7778
Sig.		1,000	1,000	1,000

### Interpretación:

En la tabla de subconjuntos homogéneos se observa la formación de tres conjuntos diferenciados para cada tipo de nutriente; siendo el conjunto macronutrientes el que presenta el mayor % de degradación de DQO con un valor de 84.77%.



**Tabla 22. Prueba de POST HOC - Dosis de Nutrientes.**

Variable Dependiente	(I) Tipo de Nutriente	(J) Tipo de Nutriente	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						L. Inferior	L. superior
Eficiencia de las dosis de nutrientes en la reducción de DBO <sub>5</sub> .	Alta	Optima	-1,0000	,47140	,114	-2,2031	,2031
		Baja	10,0000*	,47140	,000	8,7969	11,2031
	Optima	Alta	1,0000	,47140	,114	-,2031	2,2031
		Baja	11,0000*	,47140	,000	9,7969	12,2031
	Baja	Alta	-10,0000*	,47140	,000	-11,2031	-8,7969
		Optima	-11,0000*	,47140	,000	-12,2031	-9,7969

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,000.

La diferencia de medias es significativa en el nivel .05

### Interpretación:

La tabla de comparaciones múltiples de HSD Tukey muestra los distintos arreglos que se generan para cotejar las diferencias existentes entre los niveles de la variable dosis; encontrándose diferencia significativa a un valor P (0.05) para los niveles dosis alta-dosis baja y dosis optima-dosis baja.

**Tabla 23. Eficiencia de las dosis de nutrientes en la reducción de la DBO<sub>5</sub>.**

DOSIS	N	Subconjunto	
		1	2
Baja	9	59,3333	
Alta	9		69,3333
Optima	9		70,3333
Sig.		1,000	,114

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,000

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9,000.

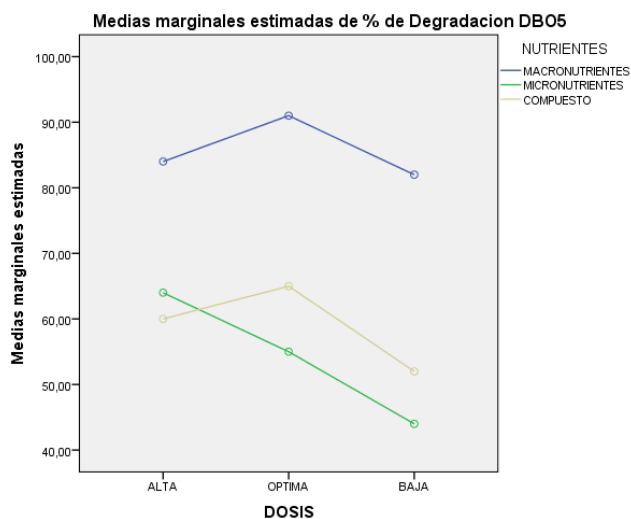
b. Alfa = .05.



### Interpretación:

En la tabla de subconjuntos homogéneos se observa la formación de dos conjuntos diferenciados para cada tipo de dosis; siendo el conjunto conformado por dosis alta y optima el que presenta el mayor % de degradación de DBO<sub>5</sub> con valores de 69.33% y 70.33%.

**Figura 5.** Eficiencia de nutrientes y dosis en degradación de DBO<sub>5</sub>.

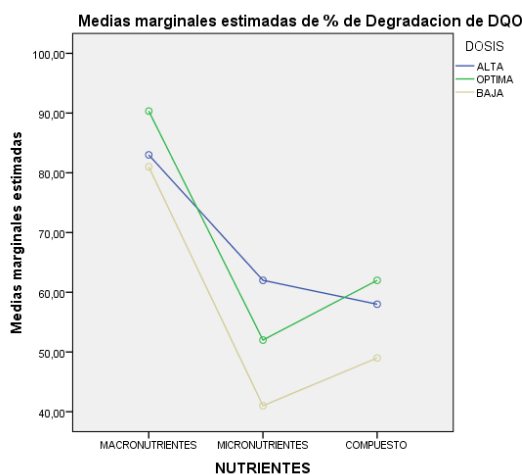


### Interpretación:

En la figura 5 la eficiencia se observa la interacción entre el tipo y la dosis de nutrientes; observando que la gráfica de mayor porcentaje de degradación de DBO<sub>5</sub> es la de macronutrientes.

Para el caso de la eficiencia de la dosis de nutrientes más adecuada para la reducción de DBO<sub>5</sub> y DQO, se aprecia según la tabla 22 del test HSD TUKEY; donde el mejor resultado se consigue empleando la concentración de dosis alta u óptima.

**Figura 6.** Eficiencia de nutrientes y dosis en degradación de DQO.



### Interpretación:

En la figura de eficiencia se observa la interacción entre la dosis y el tipo de nutriente en sus medidas marginales; observando en la gráfica que la dosis óptima de macronutrientes es la de mayor porcentaje de degradación de DBO<sub>5</sub>.

### ANEXO N° 08: Etiqueta para registro de toma de muestra de efluentes porcinos

	<b><i>Etiqueta para la toma de muestra</i></b>		
	<b><i>Muestra:</i></b> Efluente porcino	<b><i>Capacidad:</i></b> 20 Litros	
<b><i>Tipo de muestra:</i></b> Efluente Porcino	<b><i>Fecha:</i></b> 12-04/2018	<b><i>Hora</i></b>	
		<b><i>Inicio</i></b>	<b><i>Final</i></b>
		07:00 am	08:00 am
<b><i>Parámetros a medir: DBO y DQO</i></b>	<b><i>Punto de Muestra:</i></b>		
<b><i>Responsable:</i></b> Nelson Brahyan Aznarán Campos			
<b><i>Observaciones:</i></b> ---			

## **ANEXO 09: Materiales y equipos a ser usados en laboratorio**

### **MATERIALES**

Vasos

Tinas

Agua Destilada

Colador

### **EQUIPOS**

Balanza Analítica

## **ANEXO 10. Procedimiento para determinar el DQO, Método Micro Reflujo cerrado según norma SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part5220D, 22nd. ED. 2013**

La demanda química de oxígeno (DQO) informa sobre el consumo de oxígeno de un agua para la oxidación de casi todas las sustancias orgánicas solubles en agua, exceptuando una serie de compuestos nitrogenados y de hidrocarburos apenas solubles en agua.

### **FUNDAMENTO TEÓRICO**

Sirve para estimar la Demanda Química de Oxígeno en aguas naturales, superficiales, subterráneas, residuales, con rango limitado de cuantificación de 1 a 1600 mg O<sub>2</sub>/l sin efectuar diluciones.

Su principio se basa en el que el dicromato actúa como un agente oxidante fuerte haciendo que se oxide la materia orgánica presente en la muestra o estándar a analizar esto hace que el Cr se reduzca de Cr<sup>+6</sup> a Cr<sup>+3</sup>, por lo tanto, la cantidad de Cr<sup>+3</sup> depende de la cantidad de la cantidad de materia orgánica presente en la solución de análisis. A esta solución se le mide la absorbancia que al ser interpolado con una curva de calibración obtenido con el estándar de concentración conocidas podemos determinar la concentración de la muestra de interés.

### Medición de la DQO con el fotómetro HI83099

#### **Instrumentos por utilizar:**

Termo reactor HI839800	Agua destilada
Gravilla de enfriamiento	Micropipeta
28 viales	Dicromato de potasio $K_2Cr_2O_7$ 0,25 N
$HgSO_4$	$Ag_2SO_4$

#### **Procedimiento:**

Antes de preparar la muestra calentar el termo reactor a 150 °C. Por tiempo infinito.

#### **Pasos que seguir:**

- 1) Seleccionar Temperatura a 150 °C
- 2) Seleccionar el modo infinito de calentar
- 3) Presionar Star.
- 4) Esperar a que el termo reactor emita un sonido que nos indicara que ya llego a la Temperatura deseada
- 5) Preparar la muestra y el blanco, la cantidad de muestra se determinará dependiendo del rango de medición a utilizar, en el caso que el reactivo se rango bajo o medio se requiere 2 ml. De la muestra y 2 ml. De agua destilada para el blanco.
- 6) El vial se toma por la parte de arriba formando un ángulo de 45° entre la micro pipeta y el vial debido a que ocurre una reacción exotérmica y al adicionar la muestra se calienta el vial, luego se cierra el vial y se agita 5 veces invirtiendo totalmente el vial.
- 7) Se ingresa la muestra al termo reactor cuando este llegue a 150 °C, en ese momento se modifica el tiempo a 2 horas, luego se coloca el vial en cualquier parte de la parrilla del termo reactor, cerrando la tapa de este, luego se presiona star para que se lleve la reacción por 2 horas.
- 8) Cuando se acabe el periodo de reacción saque los viales y agite para que se mezcle homogéneamente.
- 9) Encender el fotómetro y esperar a que se auto diagnostique.
- 10) Seleccionar el método de DQO con el botón de método.

- 11) Introducir primero el blanco sin agitarlo y presionar Zero, esperamos a que nos de 0
- 12) Luego introducimos la muestra y presionamos zero y esperamos a que nos dé la concentración de nuestra muestra, así continuar con las demás muestras

***ANEXO 11. Procedimiento para determinar la DBO<sub>5</sub>, Método de Respirimétrico según norma SMEWW-APHA-AWWA-WEF, “O” Part 5210 B, 22nd Ed. 2012, Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.***

### **ALCANCE**

El método debe servir para la determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en aguas naturales (superficiales y subterráneas) y en aguas residuales domésticas e industriales, con un rango de aplicación desde el LC hasta 400 mgO<sub>2</sub>/L.

### **PRINCIPIO**

La prueba analítica de la DBO estima la cantidad de oxígeno que se requiere para degradar la materia orgánica de una muestra de agua, por medio de una población microbiana heterogénea. El método respirométrico proporciona una medida directa del oxígeno consumido por los microorganismos a partir del aire ambiente o de un medio enriquecido con oxígeno utilizando un procedimiento de bioensayo en un recipiente cerrado bajo condiciones de temperatura y agitación constantes el principio en dicho recipiente consiste en la medición del descenso en la presión de un sistema cerrado. Los microorganismos en la muestra consumen el oxígeno formando CO<sub>2</sub>, el cual es absorbido por el NaOH creando un vacío que se puede leer directamente como valor en mgO<sub>2</sub>/L este valor es la relación del consumo de oxígeno con cambios de presión mientras se mantiene un volumen constante.

## ANEXO 12: Ficha Técnica del Fertilizante foliar Fitofol Plus – Combi (Micronutriente).



### FICHA TÉCNICA



#### FERTILIZANTE FOLIAR CON MICROELEMENTOS

Magnesio soluble en agua 2.1% (MgO) p/p + Hierro soluble en agua 3.5% (Fe) p/p + Boro 0.31% (B) p/p + Zinc soluble en agua (Zn) 2.1% p/p

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** es un producto formulado con microelementos y quelatado con ácidos carboxílicos de bajo peso molecular, que aporta a la planta de manera muy fácilmente asimilable, los nutrientes necesarios.

#### CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** es un nutriente foliar en suspensión concentrada que contiene todas las microelementos importantes para las plantas; estos microelementos son quelatados en forma individual para una mayor absorción de los elementos por parte de las plantas.

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** está recomendado para los momentos en los que el cultivo requiera un aporte especial de Hierro, Magnesio y Zinc para un adecuado desarrollo del ciclo del cultivo, incrementando el rendimiento del cultivo así como su calidad (tamaño, color, sabor, etc.) y homogeneidad de cosecha. Los microelementos formulados en esas proporciones, favorecen un adecuado equilibrio fisiológico y un elevado rendimiento para los cultivos así como un incremento en la calidad del grano, fruto y hortaliza.

La especial formulación de **FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** a base de ácidos carboxílicos de bajo peso molecular, facilita una rápida asimilación facilitando su absorción foliar o radicular así como su translocación dentro de la planta a los lugares que sea requerido.

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** corrige y/o previene las carencias de Hierro en cualquier cultivo (frutales, cítricos, ornamentales, viña, olivo, etc.). Evita la clorosis férrica.

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** contiene Zinc, micronutriente relacionada directamente con el crecimiento vegetal.

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** contiene magnesio que es el átomo central de la molécula de clorofila y está involucrado activamente en la fotosíntesis. El Mg y N son los únicos nutrientes provenientes del suelo que forman parte de la clorofila y la mayoría del magnesio en las plantas se encuentra en este compuesto. El Mg



### FICHA TÉCNICA

también interviene en el metabolismo del fósforo, en la respiración y en la regulación de procesos enzimáticos.

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA

- Nombre Común: Magnesio soluble en agua, Hierro soluble en agua, Zinc soluble en agua.
- Nombre Químico: Magnesio soluble en agua .....MgO  
Hierro soluble en agua .....Fe  
Zinc soluble en agua .....Zn  
Boro.....B

#### PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

- Apariencia: Líquido
- pH: 3.3
- Densidad: 1.31 g/cc

#### COMPOSICIÓN

Magnesio soluble en agua 2.1% (MgO) p/p + Hierro soluble en agua 3.5% (Fe) p/p + Boro 0.31% (B) p/p + Zinc (Zn) 2.1% p/p

#### MODO DE APLICACIÓN

**FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES** se prepara diluyendo la dosis indicada en un recipiente previo con agua, luego esta solución se lleva al cilindro o mochila según sea el caso y se completa con agua hasta alcanzar el volumen requerido, se agita y se procede a la aplicación.

**Nota:** Se puede aplicar junto con otros productos fitosanitarios, sin embargo, es recomendable una prueba previa de miscibilidad.

No aplicar junto a productos con calcio.

#### VENTAJAS AL USAR FITOFOL PLUS MICRONUTRIENTES

- Favorece el crecimiento vegetativo, engrosamiento y calidad del fruto.
- Corrector de múltiples deficiencias.

- Estimula el equilibrio fisiológico "superficie foliar/fruto" para obtener máximas calidades con altos rendimientos de cultivo.
- Garantizamos una óptima absorción y translocación nutricional.

#### CUADRO DE USOS

CULTIVOS	DOSIS FOLIAR	DOSIS AL SUELO
Ají, pimiento, pimiento, cebolla, ajo, zapallo, sandía, papa, tomate, arroz, alcachofa, espárrago	0.5L/200L	2-4 L/ha
Cítricos, palta, mango, café, papaya, vid, melocotón	0.5L/200L	2-4 L/ha

#### PRECAUCIONES

- Mantener fuera del alcance de los niños.
- No comer, beber ni fumar durante su utilización.

**¡FITOFOL PLUS  
MICRONUTRIENTES ES UN  
PRODUCTO CON CALIDAD  
GARANTIZADA!**

*Fuente:  
DROKASA*

## ANEXO 13: Ficha Técnica del Fertilizante foliar Bayfolan (macronutrientes).



### FICHA TÉCNICA

# FITOLAN®

11 - 8 - 6 (N-P-K) + EM

## ABONO FOLIAR DE USO AGRÍCOLA ENRIQUECIDO CON MICROELEMENTOS

**FITOLAN**, es un Nutriente foliar multipropósito que estimula el crecimiento y la recuperación de plantas que han sufrido estrés climático como heladas o que han sido atacadas por plagas y/o enfermedades, recuperando y mejorando el rendimiento de los cultivos.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA

<b>• Macronutrientes</b>			
- Nitrógeno (N)	-----	110 g/l	
- Anhídrido Fosfórico (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	-----	80 g/l	
- Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	-----	60.20 g/l	
<b>• Micronutrientes</b>			
- Hierro (Fe)	-----	0.26 g/l	
- Boro (B)	-----	0.130 g/l	
- Cobre (Cu)	-----	0.16 g/l	
- Zinc (Zn)	-----	0.065 g/l	
- Molibdeno (Mo)	-----	0.010 g/l	
- Cobalto (Co)	-----	0.005 g/l	

### BENEFICIOS AL USAR FITOLAN

- Aumenta el número de brotes y raíces de las plantas tratadas.
- Favorece el cuajado y crecimiento de los frutos.
- Mejora las propiedades físicas de los caldos de aplicación.
- Mantiene el pH dentro de los rangos favorables del caldo de aplicación cuando se mezcla con insecticidas o fungicidas.
- Incrementa la producción.
- Mejora la calidad de las cosechas.

### PREPARACIÓN Y APLICACIÓN

FITOLAN se prepara diluyendo la dosis indicada en un recipiente previo con agua, luego esta solución se lleva al cilindro o mochila según el

caso y se completa con agua hasta alcanzar el volumen requerido, se agita y se procede a aplicar.

Se puede aplicar con mochila de palanca y a motor.

FITOLAN no es fitotóxico, se puede emplear en cualquier cultivo

### CUADRO DE DOSIFICACIONES Y USOS

Cultivos	Dosis		
	ml/20 litros	L/200 L	L/ha
Espárrago, Páprika, Pimiento, Alcachofa, Tomate, Hortícolas	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2
Algodón, Maíz, Papa, Cebolla, Ajo	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2
Avena, Leguminosa, Helentoo	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2
Col, brócoli, col china, Cucurbitáceas, Marigold	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2
Florero	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2
Vid, Cítricos, Palto, etc.	50 - 100	0.5 - 1	1 - 2

### COMPATIBILIDAD

FITOLAN, es compatible con la mayoría de los plaguicidas de uso agrícola a excepción de los de reacción alcalina como los aceites minerales, arseniato de plomo, etc.

**¡FITOLAN UN PRODUCTO CON CALIDAD GARANTIZADA!**

DEPARTAMENTO TÉCNICO 1

DROKASA PERÚ S.A. Jr. Mariscal La Mar N° 991 piso 9 – Magdalena del Mar. Telf: 501 1999

Fuente:

DROKASA

## ANEXO 13: Ficha Técnica del Fertilizante foliar Bayfoan (Nutriente Compuesto).



**FICHA TÉCNICA**



**FERTILIZANTE FOLIAR**

(Macronutrientes primarios + macronutrientes secundarios + micronutrientes)

**FITOFOL PLUS COMPLETO** es un fertilizante foliar que tiene agentes quelatantes naturales dentro de su formulación.


**FITOFOL PLUS COMPLETO** es un fertilizante líquido completo quelatado, de aplicación foliar, que ofrece en su composición química un adecuado balance de nutrientes para las plantas. Su contenido de **macronutrientes primarios** (Nitrógeno, fósforo y potasio), **secundarios** (magnesio y azufre) y **micronutrientes** (Boro, Cobre, Hierro, Manganeso, Molibdeno y Zinc), en concentración adecuada, estimulan el completo crecimiento y desarrollo de las plantas garantizando un mejor desarrollo de tejidos, fortaleciendo el pedúnculo de los botones, flores y frutos, evita su caída prematura, contribuyendo a aumentar los rendimientos y calidad final de las cosechas.

**Macronutrientes primarios (MNP):**  
Los tres Macronutrientes primarios principales que necesita la planta son: nitrógeno, fósforo y potasio (NPK), que les dan a la planta un follaje verde, raíces fuertes y crecimiento saludable; son los que las plantas necesitan en mayor cantidad. La deficiencia de cualquiera de estos nutrientes originan plantas débiles y propensas al ataque de plagas y enfermedades.

**Macronutrientes secundarios (MNS)**  
Los macronutrientes secundarios son el Calcio, Azufre y Magnesio, la planta los necesita en menor cantidad, así como también para su desarrollo.

**Micronutrientes**  
Los micronutrientes o elementos menores son los que las plantas necesitan en menor cantidad, sin embargo la deficiencia de uno o más microelementos se convierte en factor limitante del crecimiento, desarrollo y rendimiento de los campos de cultivo, aun teniendo cantidades óptimas de los demás nutrientes.

Los macronutrientes primarios, secundarios y menores suministrados por **FITOFOL PLUS COMPLETO** son de alta asimilación y eficiencia metabólica, por tratarse de quelatos de naturaleza orgánica afines con los procesos fisiológicos de la planta, siendo rápidamente tomados y transportados hacia los sitios de síntesis por medio del torrente de fotoasimilados, dando lugar a un desarrollo uniforme y completo de todos los órganos vegetativos, lo cual se manifiesta en mayores cosechas con una mejor calidad de los frutos.



**FICHA TÉCNICA**

**FITOFOL PLUS COMPLETO**

CUIDA TU CULTIVO COMO A TI MISMO

**COMPOSICIÓN QUÍMICA**

**Macronutrientes primarios:**

Nitrógeno total .....200 g/L

- Nitrógeno amoniacal.....40 g/L
- Nitrógeno uréico.....160 g/L

Fósforo asimilable (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).....100 g/L

Potasio soluble (K<sub>2</sub>O).....50 g/L

**Macronutrientes secundarios**

Magnesio (MgO).....10 g/L

Azufre (S).....14 g/L

**Micronutrientes**

Boro (B).....1.5 g/L

Cobre (Cu).....2.5 g/L

Hierro (Fe).....1.0 g/L

Manganeso(Mn).....1.0 g/L

Molibdeno(Mo).....0.03 g/L

Zinc (Zn) .....5.0 g/L

**PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

- Apariencia: Líquido color pardo
- Estabilidad a la luz: Estable
- pH en solución al 10%: 5.0
- Densidad: 1.28 g/cc
- Compatibilidad con otros productos:

**Fitofol Plus Completo** es compatible en mezcla con la mayoría de productos para aplicación foliar y plaguicidas existentes en el mercado. Sin embargo, se recomienda realizar pruebas de compatibilidad previas a la preparación de la mezcla por interacción de ingredientes activos o calidad de aguas.

**MODO DE APLICACIÓN**

**FITOFOL PLUS COMPLETO** se prepara diluyendo la dosis indicada en un recipiente previo con agua, luego esta solución se lleva al cilindro o mochila según sea el caso y se completa con agua hasta alcanzar el volumen requerido, se agita y se procede a la aplicación.

Por ser un producto concentrado, se recomienda la aplicación de **FITOFOL PLUS COMPLETO** en las horas de mayor

asimilación foliar (primeras horas de la mañana o últimas de la tarde).

**VENTAJAS AL USAR FITOFOL PLUS COMPLETO**

- Fórmula balanceada de nutrientes complementada con quelatos orgánicos naturales, todos de fácil absorción por la planta, cuya función es prevenir y corregir deficiencias específicas o limitaciones en la absorción de nutrientes.
- Posee agentes quelatantes naturales dentro de la formulación que garantiza la estabilidad de su composición y disponibilidad y eficiencia agronómica de sus nutrientes, asegurando así un mayor aprovechamiento por la planta.
- Su alta solubilidad en agua con diferentes rangos de pH hacen posible su mezcla con diferente tipo de aguas que usan los agricultores soportando su hidrólisis aun en presencia de aguas alcalinas.
- Su utilización durante la época de fructificación y después de la cosecha en cultivos permanentes, permite contrarrestar el esfuerzo fisiológico de la planta para la producción y garantiza un reinicio oportuno de la actividad fisiológica posterior a la recolección de los frutos, a su vez que facilita el rebrote después de las podas.

**PRESENTACIONES:**

- Frasco PEAD x 1L
- Galón x 5L
- Bidón x 20L
- Cilindro x 200L



**CUADRO DE USOS**

Cultivo	Dosis vía foliar ml/200L	Dosis vía radicular L/ha	Momento de aplicación
Uva de mesa	400-600	1 - 2	Aplicar cada 12-15 días desde la mitad del crecimiento vegetativo o el cuajado de frutos, hasta la recolección.
Tomate, pimiento, melón, fresa, lechuga, apio, coles, brócoli	400-600	1 - 2	Aplicar cada 12-15 días desde la mitad del crecimiento vegetativo o el cuajado de frutos, hasta la recolección.
Cítricos, manzano, melocotonero, palto, vid, mango, café y demás frutales	400-600	1 - 2	Hacer de 2-3 aplicaciones desde el cuajado de frutos hasta la recolección.
Hortalizas	400-600	1 - 2	Aplicar cada 12-15 días desde la mitad del crecimiento vegetativo o el cuajado de frutos, hasta la recolección.
Floricultura	400-600	1 - 2	Hacer aplicaciones cada 10-15 días desde el trasplante hasta la floración, máximo desarrollo (según especie).

**Nota**

- ✓ No hay restricciones de aplicación antes de la cosecha.
- ✓ Se puede aplicar junto a otros agroquímicos, sin embargo es recomendable hacer una prueba previa de miscibilidad.
- ✓ No mezclar con producto que tengan fósforo, cobre ni azufre.

**PRECAUCIONES**

- ❑ Mantener fuera del alcance de los niños.
- ❑ No comer, beber ni fumar durante su utilización.

**¡FITOFOL PLUS COMPLETO ES  
UN PRODUCTO CON CALIDAD  
GARANTIZADA!**

**Fuente: Drokasa**